This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

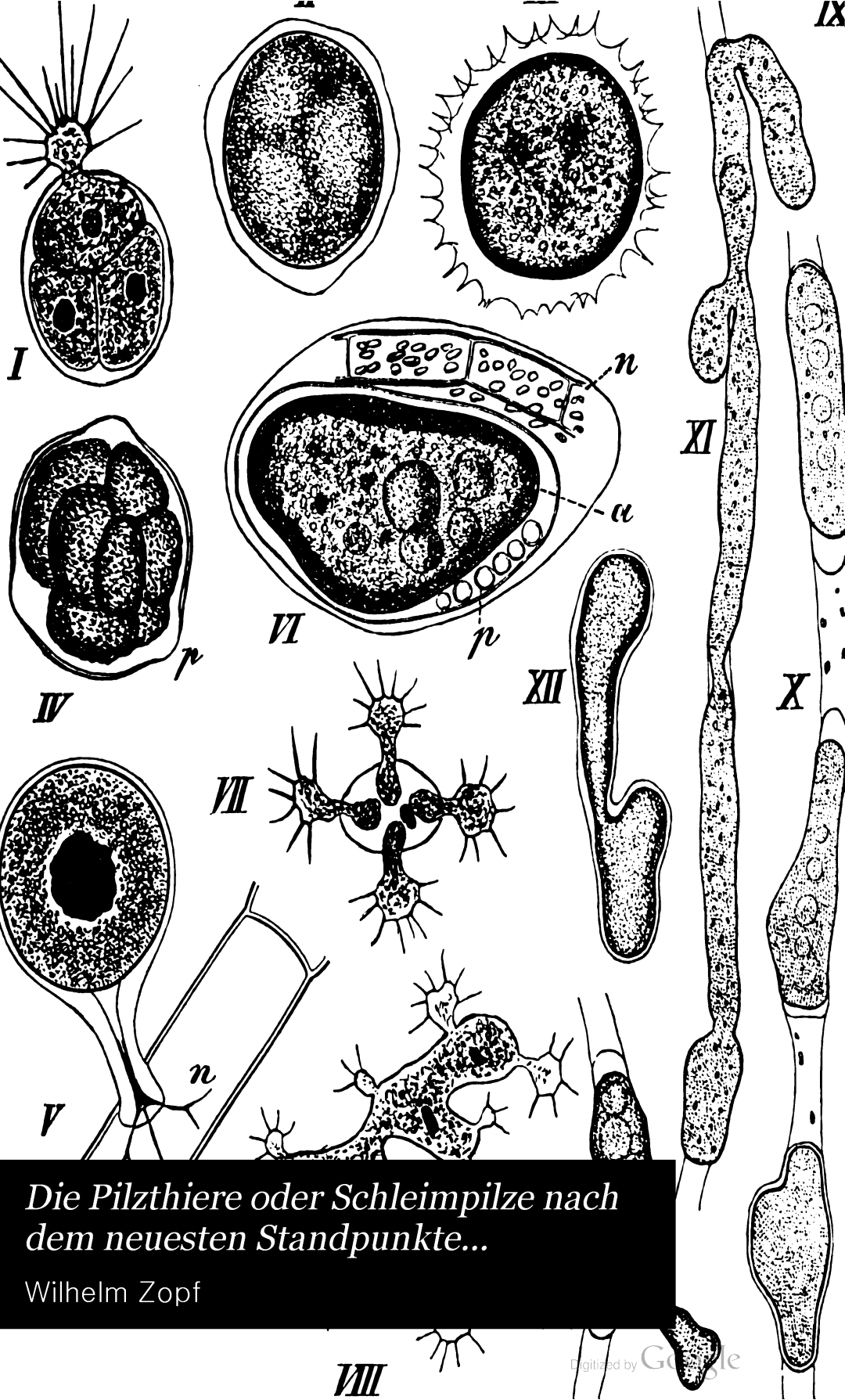
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

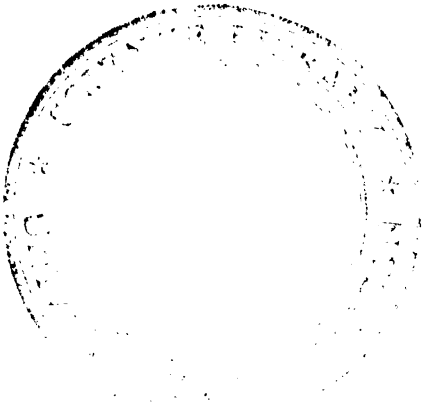
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Die Pilzthiere oder Schleimpilze nach dem neuesten Standpunkte...

Wilhelm Zopf

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

26548
39.1

Die Pilzthiere oder Schleimpilze.

Nach dem neuesten Standpunkte bearbeitet

von

Dr. W. Zopf,
Privatdocenten an der Universität Halle a. S.

Mit 52 meistens vom Verfasser selbst auf Holz gezeichneten Schnitten.

Separatabdruck aus der
Encyklopaedie der Naturwissenschaften.

BRESLAU,
Verlag von Eduard Trewendt.
1885.

Digitized by Google

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

Breslau, Eduard Trewendt's Buchdruckerei (Setzerinnenschule).

Digitized by Google

3007

VORWORT.

In vorliegender botanisch-zoologischer Arbeit wird der Versuch gemacht, durch eine Zusammenfassung der einschlägigen Thatsachen und Ansichten ein ausführlicheres Bild von unserer jetzigen morphologischen, physiologischen und systematischen Kenntniss der Mycetozoengruppe zu entwerfen.

Eine Arbeit dieser Art fehlte bisher; seit dem Erscheinen der klassischen Monographie DE BARY's (1864) hat die Mycetozoenkenntniss eine ganze Reihe von Fortschritten zu verzeichnen, die aber in den botanischen und zoologischen Lehrbüchern nur mit ziemlicher Beschränkung zur Darstellung gebracht werden konnten.

Ich habe mich der auf Wunsch des Herrn Herausgebers des Handbuchs der Botanik unternommenen Bearbeitung um so lieber unterzogen, als ich in derselben eine Auffassung zur praktischen Durchführung zu bringen gedachte, die sich mir bei meinen Untersuchungen über niedere Monadinen je länger je mehr aufgedrängt hat: die Auffassung nämlich, dass die Monadinen niedrig organisirte Mycetozoen darstellen. Der morphologische und physiologische Abschnitt sind daher zu einer vergleichenden Morphologie und Physiologie der Monadinen und Eumycetozoen geworden, und ich darf vielleicht hoffen, dass diese Art der Behandlung auf das weitere Studium beider Gruppen, namentlich der Monadinen, anregend wirkt.

In den verschiedenen Abschnitten sind viele eigene und neue Beobachtungen niedergelegt, wie man z. Thl. schon aus den Abbildungen ersehen kann. Ausführlichere Mittheilungen über eine Anzahl von Monadinen, die ich hier nur in Kürze behandeln konnte oder übergehen musste, sollen an anderer Stelle folgen.

Die Bearbeitung, namentlich der höheren Myceteozoen, bot manche durch den Mangel einer deutschen Uebersetzung der ROSTAFINSKI'schen

Digitized by Google

Monographie bedingte Schwierigkeiten, über die ich kaum hinweggekommen sein würde, wenn ich nicht unterstützt worden wäre.

Allen den Herren, die mir gütigst Untersuchungsmaterial, Zeichnungen, Präparate, Literatur etc. zukommen liessen, insbesondere den Herren DE BARY, CIENKOWSKI, DIDRICHSEN, ENGLER, KLEIN, KRAUS, LUERSSEN, SCHENK und WINTER sage ich hierdurch meinen aufrichtigsten Dank. Der Abschluss des Manuscripts erfolgte im August.

Halle, im November 1884.

W. Zopf.

Digitized by Google

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung: Verhältniss der Monadinen und Eumycetozoen zu einander. Stellung der Gesammtgruppe im System der Organismen. Allgemein biologische Verhältnisse 1

Abschnitt I. Formenkreis.

I. Die vegetativen Zustände 7
1. Das Schwärmerstadium.
A. Struktur 7
B. Nahrungsaufnahme 10
C. Theilung 10
D. Verbreitung der Schwärmerbildung 12
2. Das Amoebenstadium.
A. Struktur 13
B. Theilung 18
C. Nahrungsaufnahme 20
D. Bewegungsart 21
E. Verbreitung der Amoebenform 21
3. Das Plasmodienstadium . . . 22
1. Das Pseudoplasmodium oder Aggregatplasmodium . . . 23
2. Das Fusionsplasmodium . . 25
A. Vorkommen 25
B. Entstehungsmodus . . . 25
C. Struktur 28
D. Form und Grösse . . . 30
E. Bewegungsfähigkeit . . 30
F. Theilungsfähigkeit u. Theilbarkeit 31
G. Nahrungsaufnahme und Abscheidung 31
H. Dauer des Zustandes . . 31
I. Vorkommen von Plasmodien bei anderen Organismen 32

II. Die fructificativen Zustände.
I. Cystenbildung 33
A. Zoocysten 33
1. Zoosporenbildende Zoocysten 34
2. Amoebenbildende Zoocysten 36
B. Sporocysten 39
I. Bau der Sporocysten im Allgemeinen 39

Seite

A. Die Hülle 39
B. Stiel, Columella, Hypothallus 41
C. Capillitium 43
1. Die Stereonemata der Stereonemeen . . 43
2. Die Stereonemata der Peritricheen . . . 46
3. Die Coelonemata . 48
D. Sporen 51
1. Gestalt. Grösse; Zahl. Bau 51
2. Keimung 54
II. Das Plasmodiocarp . . . 57
III. Der Fruchtkörper (Aethalium) 58
IV. Entwicklungsweise der Sporenfrucht 61
A. Entwicklung der einfachen Sporocyste . . 61
B. Entwicklung d. Aethalien 64
C. Fructification in nackten Fortpflanzungszellen . 66
D. Fructification in Conidien 69

Abschnitt II. Physiologie.

I. Bestandtheile des Mycetozoenkörpers 70
Kalkaufnahme und Ablagerung . . 72
Kieselsäure 74
Pigmentbildung 74
II. Verhalten gegen physikalische Agentien.
1. Verhalten gegen Temperaturen . 77
2. Verhalten gegen Electricität . . 79
3. Verhalten zum Licht 80
4. Verhalten zur Schwerkraft . . 82
5. Verhalten gegen den richtenden Einfluss des Wassers (Rheotropismus) 82
6. Verhalten gegen die Vertheilung der Feuchtigkeit im Substrat (Hydrotropismus) 83
7. Verhalten gegen andere mechanische Einwirkungen 83
8. Trophotropismus 84

Digitized by Google

	Seite
III. Verhalten gegen chemische Agentien	84
1. Verhalten gegen Gase	84
A. gegen Sauerstoff	84
B. gegen Kohlensäure	87
C. gegen andere Gase	87
2. Verhalten gegen andere chemische Körper	87
IV. Wirkungen der Mycetozoen auf das Substrat	88
V. Hemmungsbildungen	89
1. Mikrocysten	90
2. Makrocysten	92
3. Sclerotien	92
VI. Physiologische Bedeutung der Capillitien	93
Abschnitt III. Systematik.	
Erste Abtheilung. Monadinen	97
1. Monadineae azoosporeae	99
Familie 1. Vampyrellaceae	99
Genus 1. Vampyrellidium	99
„ 2. Spirophora	101
„ 3. Haplococcus	102
„ 4. Vampyrella	103
„ 5. Leptophrys	109
Endyomena	111
Fam. 2. Bursullineen	111
Genus 1. Bursulla	111
Fam. 3. Monocystaceae	112
Gattung 1. Myxastrum	113
„ 2. Enteromyxa	113
2. Monadineae zoosporeae	115
Fam. 1. Pseudosporeen	115
Genus 1. Colpodella	115
„ 2. Pseudospora	117
„ 3. Protomonas	120
„ 4. Diplophysalis	124
Fam. 2. Gymnococcaceen	126
Genus 1. Gymnococcus	126
„ 2. Aphelidium	127
„ 3. Pseudosporidium	128
„ 4. Protomyxa	128
Fam. 3. Plasmodiophoreen	129
Genus 1. Plasmodiophora	129
„ 2. Tetramyxa	131
Zweite Abtheil. Eumycetozoen. Höhere Pilzthiere	131
Gruppe I. Sorophoreen	131
A. Guttulineen	132
Genus 1. Copromyxa	132
„ 2. Guttulina	133
B. Dictyosteliaceen	134
Genus 1. Dictyostelium	134
„ 2. Acrasis	135
Genus 3. Polysphondylium	136
Gruppe II. Endosporeen	137
Ord. I. Peritricheen	137
Fam. 1. Clathroptychiaceen	137
Genus 1. Clathroptychium	137
„ 2. Enteridium	139
Fam. 2. Cribrariaceen	139
Genus 1. Dictydium	140
„ 2. Cribraria	141
Ord. II. Endotricheen	143
Unterord. 1. Stereonemeen	143
I. Calcariaceen.	
Fam. 1. Physareen	144
Genus 1. Physarum	144
„ 2. Craterium	146
„ 3. Badhamia	147
„ 4. Leocarpus	148
„ 5. Tilmadoche	148
„ 6. Fuligo	149
„ 7. Aethaliopsis	149
Fam. 2. Didymiaceen	150
Genus 1. Didymium	150
„ 2. Lepidoderma	152
Fam. 3. Spumariaceen	152
Genus 1. Spumaria	153
„ 2. Diachea	153
II. Amaurochaetaceen	
Fam. 1. Stemoniteen	154
Gattung 1. Stemonitis	154
„ 2. Comatricha	155
„ 3. Lamproderma	156
Fam. 2. Enerthenemeen	157
Gattung 1. Enerthenema	157
Fam. 3. Reticulariaceen	158
Gattung 1. Amaurochaete	158
„ 2. Reticularia	159
Unterord. 2. Coelonemeen.	
Fam. 1. Trichiaceen	159
Genus 1. Hemiarcyria	160
„ 2. Trichia	161
Fam. 2. Arcyriaceen	162
Gattung 1. Arcyria	163
„ 2. Cornuvia	165
„ 3. Lycogala	166
Fam. 3. Perichaenaceen	169
Genus 1. Perichaena	169
„ 2. Lachnobolus	170
Fam. 4. Liceaceen	171
Genus 1. Licea	171
„ 2. Tubulina	172
„ 3. Tubulifera	173
Gruppe III. Exosporeen	173
Ceratium	174

Digitized by Google

Namen- und Sachregister.

Acrasieen s. Sorophoreen.
Acrasis 135 67; A. granulata V. Tiegh. 136.
Actinophrys - Form der Amoeben 14.
Aethaliumfructification 58 64.
Aethaliopsis 149; Aeth. stercoriformis 150.
Aethalium septicum s. Fuligo varians. Aeth. vaporarium Fr. = Fuligo varians.
Aggregationsplasmodien 23.
Amaurochaetaceen 154; Capillit. 94.
Amaurochaete 158; A. atra (A. u. S.) 158.
Amoeba bilimbosa 17; A. coli Löscher 6.
Amoebenstadium 13.
Amoeboïdität der Schwärmer 7.
Angioridium sinuosum s. Physarum sinuosum.
Aphelidium Zopf 127; A. deformans Z. 5 66 127.
Arcyria 163; A. cinerea Bull. A. dictyonema Rost. 164; A. ferruginea Sauter 164; A. Friesii Berk 164; A. incarnata Pers. 95 165; A. nutans Bull. 95 164; A. Oerstedtii Rost. 164; A. punicea Pers. 165.
Arcyriaceen 162, Capillitien 50 95.
Asparagin 71.
Badhamia 147; B. panicea 147.
Baumtypus der Capillitien 45.
Bilateralität d. Sporen 52.
Bursulla Sorok. 111; B. crystallina Sor. 75 111.
Bursullineen Zopf 111.
Calcariaceen 143.
Capillitien 43 ff. 94.
Ceratium 69 173; C. hydnoïdes Alb. u. Schw. 69 173; C. porioïdes Fr. 69 173.
Chondrioderma s. Didymium; Ch. difforme = Didymium difforme.
Cilien 8.
Clathroptychiaceen 94. 137.
Clathroptychium 137; Cl. rugulosum (Wallr.) 61 138.
Cochleopodium pellucidum 17.
Coelonemata = Hohlröhren 43 48.
Coelonemeen 159.
Colpodella Cienk 115; C. pugnax Cienk. 4 116.
Columella 41 62.
Comatricha 155; C. Friesiana de Bary 75 83 156; C. typhina Roth 156.
Conidien-Fructification 69.
Contractile Vacuolen s. Vacuolen.
Contractilität des Plasmods 80.
Cornuvia 165; C. Serpula 51 52 165.
Copromyxa protea (Fayod) 14 67 132.
Craterium 146; Cr. leucocephalum 146; Cr. minutum Cooke s. Cr. vulgare; Cr. turbinatum s. Cr. leucocephalum; Cr. pruinosum Cda. = Cr. leucocephalum (Pers.); Cr. vulgare 147.
Cribraria 94 141; Cr. argillacea 143; Cr. macrocarpa 75; Cr. purpurea Schrad. 142; Cr. pyriformis Schrad. 142; Cr. rufa Roth 141; Cr. vulgaris Schrad. 142.
Cribrariaceen 139; Capillit. 48 77 94.
Cystenbildung 33.
Diachea 153; D. elegans Fr. = D. leucopoda; D. leucopoda Bull. 153.
Dictyaethalium applanatum Rost. = Clathroptychium rugulosum.
Dictydium 94 140; D. ambiguum 81; D. cernuum 75 83 140; D. umbilicatum s. D. cernuum.
Dictyosteliaceen 67 134.
Dictyostelium 67 134; D. lacteum V. Tiegh. 135; D. mucoroïdes Bref. 12 15 81 82 134; D. roseum v. Tiegh. 135.
Diderma 150; D. atrovirens s. Leocarpus fragilis; D. contortum Fckl. s. Physarum sinuosum; D. liceoïdes Fr. s. Didymium difforme; D. Libertianum Fresenius s. D. difforme.
Didymiaceen 150.
Didymium 150; D. complanatum Batsch 79 151; D. difforme Pers. 92 151; Sclerot. 93; D. farinaceum Schrad. 151; D. floriforme Bull. 150; D. Libertianum de Bary s. D. difforme Pers.; D. leucopus Fr. s. D. squamulosum; D. physarioïdes Fr. 150; D. serpula Fr. s. D. complanatum Batsch; D. squamulosum Fr. 93; D. spumarioïdes Fr. 150; D. Trevelyani Grev. 150.
Diphtherium flavo-fuscum Ehrb. s. Lycogala flavo-fuscum.
Diplophysalis Z. 40 124; D. Nitellarum Cienk 5 85 125; D. stagnalis Z. 5 9 11 12 124; D. Volvocis Cienk. 4 126.
Drusen von kohlens. Kalk 73.
Elateren 48 160.
Enchylema 28.
Endosporeen 136.
Endotricheen 143.
Endyomena polymorphra Z. 4 88 111.
Enerthenema 157; E. Berkeleyana Rost. 158; E. papillata Pers. 157.
Enerthenemeen 157.
Enteridium 139; E. olivaceum Ehrb. 139.
Enteromyxa 113; E. paludosa Cienk. 4 76 114.
Eumycetozoen 131.
Excretblasen 77.
Exosporeen 69 173.
Farbstoffe 17 30 74 ff.
Fermente 89.
Formung der Sporocysten 61.
Fructification 32.
Fuligo 149; F. varians 64 72 80 81 82 83 84 93 149.
Fusionsplasmodien 25.
Gallenbildung 89.
Gerüstsubstanz 28.
Guttulina 133 67; G. aurea v. Tiegh. 134; G. protea Fayod 132; G. rosea Cienk. 133; G. sessilis v. Tiegh. 134.
Guttulineen 132.
Gymnococcaceen Z. 126.
Gymnococcus 126; G. Fockei Z. 4 14 126; G. perniciosus Z. 5 14 126; G. spermophilus 4 127.
Haplococcus Z. 102; H. reticulatus Z. 6 102.
Hemiarcyria 160 49; H. rubiformis Pers. 161; H. serpula Scop. 160.
Hemmungsbildungen 89.
Hydrotropismus 83.
Hypnocysten 90.
Hyporrhamma reticulatum Cda. s. Hemiarcyria serpula.

Digitized by Google

Hypertrophieen 89.
Hypothallus 41 63.
Kalkaufnahme und Abscheidung 29 72.
Kalkoxalat 17 29 53 72.
Keimung d. Sporen 54.
Kerne der Schwärmer 8, der Amoeben 15, der Plasmodien 29, der Cysten 38.
Lachnobolus 170; L. circinans FRIES 171.
Lamproderma 156; L. columbinum PERS. 157; L. physarioïdes A. u. S. 157; L. violaceum 156.
Leocarpus 148; L. fragilis DICKS. 148; L. vernicosus LINK s. A. fragilis.
Lepidoderma 152; L. Carestianum RABENH. 152; L. tigrinum SCHRAD. 152.
Leptophrys HERTW. und LESS. 109; L. cinerea HERT. und LESS. s. L. vorax; L. elegans HERT. und LESS. s. L. vorax; L. vorax CIENK 4 14 15 17 29 109.
Licea 171; L. applanata BERK = Clathroptychium rugulosum; L. flexuosa 171; L. fragiformis s. Tubulina cylindrica; L. rugulosa WALLR. = Clathroptychium rugulosum; L. pannorum CIENK. s. Perichaena corticalis.
Liceaceen 171.
Licht, Verhalten zum, 80.
Limax-Form der Amoeben 14.
Lindbladia 172; L. effusa EHRENB. 173.
Lycogala 166; L. epidendrum 77 66; L. flavo-fuscum 66; L. plumbeum 166.
Macrocysten 92.
Mastigomyxa avida 4 8 10 11 66 85.
Mechanisches System 93.
Metabolie der Schwärmer 7.
Mikrocysten 90.
Monade s. Schwärmspore.
Monadineae 26 98; M. azoosporeae 12; M. zoosporeae CIENK. 115.
Monadopsis vampyrelloides KLEIN 109.
Monas amyli s. Protomonas am.
Monocystaceae Z. 112.
Myxastrum HAEKEL 113; M. radians HAECK. 4 113.
Myxogastres 95.
Myxomycetes aplasmodiophori BREF., s. Sorophoreen.
Nahrungsaufnahme der Schwärmer 10; d. Amoeben 20; d. Plasmodien 31.
Netztypus der Capillitien 44.
Nucleus s. Kern.
Paramylum in Amoeben 17 29 71.
Pepsin 71. 89
Perichaena 169; P. corticalis BATSCH 169; Sclerotien 93; Makrocysten 92; Plasmod 25.
Perichaenaceen 169.
Peritricheen 137.
Capillitien 94.
Peripherisches Capillitium 46.
Physareen 144.
Physarum 144; albipes DE BARY s. Ph. leucophaeum; Ph. bryophilum s. Lamproderma columbinum; Ph. connatum s. Ph. leucocephalum; Ph. leucocephalum FR. 144; Ph. sinuosum 145; Sclerotien 93; Ph. virescens 146.
Pigmente s. Farbstoffe.
Pigmentzellen 77.
Plasmodien 22 86.
Plasmodiocarp. 57.
Plasmodiophora 66 129; Pl. Brassicae 5 66 89 129.
Plasmodiophoreen 129.
Plastin REINKE's 71.
Polysphondylium 67 69 136; P. violaceum BREF. 12 81 136.
Protochytrium Spirogyrae BORZI s. Protomonas Sp.
Protomonas HAECK. 120; P. amyli CIENK. 5 8 14 15 16 121; P. Spirogyrae BORZI 4 57 123; P. Huxleyi HAECK. 124.
Protomyxa HAECK. 128; P. aurantiaca HAECK. 4 18 76 128.
Pseudopodien bei Amoeben 14.
Pseudogonidien 118.
Pseudospora 14 117; P. aculeata Z. 4 117; P. Bacillariacearum Z. 4 120.
Pseudospora infestans Z. 4 89; P. libera Z. 4; P. maligna Z. 5 120; P. Nitellarum s. Diplophysalis N.; P. parasitica CIENK. 4 118; P. Volvocis s. Diplophysalis Volv.
Pseudosporeen 115.
Pseudosporidium Z. 128; P. Brassianum Z. 15 16 56 128.
Reservestoffe 53.
Reticularia 159; R. Lycoperdon BULL. 52 159; R. atra Fr. = Amaurochaete atra; R. plumbea Fr. = Clathroptychium rugulosum; R. olivacea Fr. = Enteridium olivaceum; R. applanata B. u. Br. s. Enteridium olivaceum; R. sinuosa BULL. s. Physarum sinuosum.
Reticulariaceen 158.
Rheotropismus 82.
Schwärmerstadium 7.
Sclerotien 92.
Sorophoreen 131.
Sori 66 67.
Sorusbildner s. Sorophoreen.
Spirophora Z. 101; Sp. radiosa 4 102.
Sporen 51.
Sporocysten 39; Sporangien u. Cysten.
Spumaria 153; Sp. alba BULL. 153.
Spumariaceen 152.
Stemoniteen 154.
Stemonitis 154; St. ferruginea EHRB. 155; St. ferruginosa BATSCH s. Tubulina cylindrica.
Stereonemata 43.
Stereonemeen 143; Capillitien 94.
Stielbildung 41 62.
Strauchtypus der Capillitien 45 51.
Substrate 4.
Systematik 95.
Systeme ältere u. neuere 95—97.
Tetramyxa 66 88 89 131; T. parasitica GÖBEL 131.
Theilung der Schwärmer 10; der Amoeben 18; der Plasmodien 31.
Tilmadoche 148; T. mutabilis ROST. 148.
Trichia 61 941; T. axifera BULL. s. Stemonitis ferruginea; T. chrysosperma BULL. 162; T. cinnabaris BULL. = Arcyria incarnata; T. fallax PERS. 62 64 161; T. Jackii ROST. 161; T. nutans BULL. = Arcyria nutans; T. serpula PERS. s. Hemiarcyria; T. varia PERS. 162.
Trichiaceen 159 Capiliitien 94 43.
Trophotropismus 84.
Tubulifera 173; T. umbrina Z. 173.
Tubulina 172; T. cylindrica 172; T. fragiformis s. T. cylindrica.
Vacuolenbildung der Schwärmer 9; der Amoeben 16.
Vampyrella CIENK. 4 5 17 103; Gomphonematis HAECK. 4 108; V. multiformis Z. 4 107; pedata KLEIN 5 106; V. pendula CIENK. 5 105; V. polyblasta SOR. 108; V. Spirogyrae CIENK. 4 14 104; V. variabilis KLEIN 105.
Vampyrellaceae Z. 27 99.
Vampyrellidium Z. 99; V. vagans Z. 4 5 99.
Vegetative Zustände 7.
Wandung der Sporocysten 39 62.
Wirkungen auf das Substrat 88.
Zoocysten 33.
Zoocystae zoosporiparae 34; Z. amoebiparae 36.
Zoosporen-Zustand s. Schwärmer.

Digitized by Google

Die Pilzthiere oder Schleimpilze.

Mycetozoa (DE BARY). — *Myxomycetes* Auct.

Von

Dr. W. Zopf,

Privatdocenten der Botanik an der Universität zu Halle.

Einleitung.

Verhältniss der Monadinen und Eumycetozoen zu einander. — Stellung der Gesammtgruppe der Mycetozoen im System der Organismen. — Allgemein-biologische Verhältnisse.

Die hier in morphologischer, physiologischer und systematischer Richtung durchgeführte Idee einer engeren Verwandtschaft von »Monadinen« und »Mycetozoen« fusst einerseits auf den grundlegenden Arbeiten DE BARY's[1]) und CIENKOWSKI's[2]) über die Organisation der Mycetozoen i. e. S., denen sich wichtige Untersuchungen BREFELD's[3]), FAMINTZIN's und WORONIN's[4]) anschliessen, andererseits auf der ebenfalls grundlegenden Arbeit CIENKOWSKI's[5]) über die Monadinen, welche unter Anderem durch wichtige Beobachtungen HÄCKEL's[6]) und die nicht minder wichtige Monographie KLEIN's[7]) über die Gattung *Vampyrella* ergänzt wurde. Vom Verfasser selbst erscheint in nächster Zeit eine Arbeit, welche eine grössere Reihe weiterer Ergänzungen unserer Monadinenkenntniss bieten dürfte.[8])

Eine Vergleichung der Morphologie der Monadinen mit der Morphologie der Mycetozoen führt zu dem Ergebniss, dass die Repräsentanten beider Gruppen im Wesentlichen gleichen Entwicklungsgang aufweisen und zwischen beiden Gruppen Uebergänge existiren. (Ein Verhältniss, das im morphologischen Theile noch näher ausgeführt werden wird.)

Es dürfte hiernach gerechtfertigt sein, die Monadinen und die Mycetozoen s. str. (Eumycetozoen) zu einer einzigen grossen Gruppe, der Gruppe der Mycetozoen im weiteren Sinne zu vereinigen.

Was nun den Platz dieser Gruppe im System der übrigen Organismen an-

[1]) Die Mycetozoen. 1864.

[2]) Das Plasmodium (PRINGSH. Jahrb. III).

[3]) *Dictyostelium mucoroïdes* (SENKENBERG. Ges. Bd. VII) und Schimmelpilze. Heft 6.

[4]) Ueber zwei neue Formen von Schleimpilzen.

[5]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZE's Archiv I).

[6]) Studien über Moneren.

[7]) *Vampyrella*, ihre Entwicklung und systemat. Stellung. (Bot. Centralbl. Bd. XI. 1882.)

[8]) Zur Kenntniss der niederen Pilzthiere.

Digitized by Google

langt, so nimmt sie ohne Zweifel eine Sonderstellung ein: eine Grenzstellung zwischen Thier- und Pflanzenreich.

Schon den höheren Mycetozoen (Eumycetozoen) ist in den vegetativen Stadien ihres Entwicklungsganges eine so unverkennbare Analogie mit den Rhizopoden-artigen Protozoen aufgeprägt, dass bereits ihr erster gründlichster Erforscher, DE BARY, nicht umhin konnte, sie den Thieren verwandtschaftlich näher stehend zu betrachten als den Pflanzen und in Consequenz dieser Auffassung als Mycetozoen (Pilzthiere) zu bezeichnen.

Aber in noch weit höherem Grade tritt die Thierähnlichkeit hervor, wenn wir die niederen Mycetozoen, die CIENKOWSKI unter dem Namen der Monadinen in die Wissenschaft einführte, mit den Rhizopoden in Parallele stellen. Diese Aehnlichkeitsverhältnisse, auf die ich im Laufe der Darstellung nicht verfehlen werde näher hinzuweisen, sind so auffälliger Natur, dass man bis in die jüngste Zeit hinein, von zoologischer wie von botanischer Seite, die Monadinen den Rhizopoden zuertheilte.[1])

Andererseits darf nicht übersehen werden, dass sich bei den niederen Mycetozoen sowohl, als bei den höheren gewisse Anklänge an Organismen pflanzlicher Natur, und zwar besonders an die Pilze finden.

Man kennt jetzt nämlich einige niedere Pilze aus der Gruppe der Phycomyceten, speciell der Chytridiaceen, welche ähnliche vegetative Entwicklungsstadien (Schwärmer, Amoebe, Plasmodium) und eine ähnliche Fructification aufzuweisen haben, wie die Monadinen;[2]) und andererseits zeigen die höheren Mycetozoen, wenigstens in ihren grossen Sporenbehältern einen gewissen Anklang an die Sporenpflanzen (für die die Spore ein Hauptcharacteristicum bildet) und zwar wiederum an die Pilze.

Es ist nicht zu verkennen, dass eine gewisse äussere Aehnlichkeit besteht zwischen einer *Dictyostelium*-Frucht und einer *Mucor*-Frucht, zwischen *Lycogala* und einem *Bovist*, zwischen *Ceratium porioïdes* und einem *Polyporus* etc.; aber wenn man vor etwa einem Jahrzehnt allen Ernstes den Vorschlag machte, das *Dictyostelium mucoroïdes* den Mucorineen, *Lycogala epidendrum* den Bauchpilzen (Gastromyceten), *Ceratium hydnoïdes* und *porioïdes* den Hymenomyceten einzuverleiben,[3]) so betonte man doch in gar zu übertriebener Weise die blosse Gestaltähnlichkeit und liess die Entwicklungsgeschichte der Fruchtkörper, wie sie durch DE BARY's, BREFELD's, FAMINTZIN's und WORONIN's Untersuchungen für *Stemonitis*, *Dictyostelium*, *Ceratium* etc. in durchaus befriedigender Weise eruirt war, gar zu sehr bei Seite.

Wie unhaltbar eine solche Auffassung ist, ergiebt sich z. B. zur Evidenz aus

---

[1]) Vergl. auch CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZE's Archiv I., pag. 212).

[2]) Siehe auch FISCHER, Ueber die Parasiten der Saprolegnieen. — KLEIN, *Vampyrella*, pag. 24 und FISCH's Beobachtungen an *Reesia amoeboïdes* (Zur Kenntniss der Chytridiaceen. Erlangen 1884).

[3]) Vergl. FAMINTZIN und WORONIN: Ueber zwei neue Arten von Schleimpilzen, pag. 13: »Es giebt 4 verschiedene Typen der Schleimpilze: a) der Gastromyceten-Typus; dahin gehören die Myxomyceten, b) der Mucorinen-Typus, wohin *Dictyostelium mucoroïdes* zu rechnen ist, c) der *Hydnum*-Typus, zu dem *Ceratium hydnoïdes* und d) der *Polyporus*-Typus, zu dem *Ceratium porioïdes* gehört. Es erscheint naturgemässer, einen jeden der 4 Typen der Schleimpilze dem ihm entsprechenden Typus der Hyphenpilze anzureihen, als aus den Schleimpilzen eine besondere Gruppe zu bilden.«

Digitized by Google

den neuerlichen Untersuchungen BREFELD's an *Polysphondylium violaceum*, welche zeigen, wie weit verschieden doch die Entwicklung eines *Mucor*-ähnlichen Mycetozoums und eines wirklichen *Mucor* erscheint. Nicht minder gross sind die Unterschiede zwischen höheren Mycetozoen und höheren Pilzen bezüglich des vegetativen Entwicklungskreises.

Wir müssen also sagen, dass die Mycetozoen mit den echten Pilzen nur in so weit verwandt sind, als die niederen Formen der ersteren mit gewissen niederen Formen der letzteren in näheren morphologischen Beziehungen zu stehen scheinen.

Aus dieser kurzen Betrachtung der systematischen Stellung der Mycetozoen entnehmen wir als Hauptsache, dass diese Gruppe sowohl den Thieren als den Pflanzen verwandt ist. Mit Bezug auf diese Einsicht muss natürlich der Name »Mycetozoen« (Pilzthiere) bezeichnender erscheinen, als der einseitig die Pilzähnlichkeit betonende Ausdruck »Myxomyceten« (Schleimpilze), und darum habe ich dem DE BARY'schen Namen im Folgenden den Vorzug gegeben.

Die Pilzthiere theilen mit den echten Thieren einer- und den echten Pilzen und Spaltpilzen andererseits das im Chlorophyllmangel begründete Unvermögen zur Erzeugung organischer Materie Ihre Existenz ist daher nur da möglich, wo sich bereits organische Substanz vorfindet, sei es in Form **lebender** Organismen oder Organe, sei es in Gestalt **todter** Thier- und Pflanzentheile.

Alle höher organisirten Mycetozoen nähren sich ausschliesslich von todten organischen Theilen oder deren Lösungen, führen mithin eine saprophytische Lebensweise. Sie lieben insbesondere Anhäufungen von Pflanzentheilen (Laub, Stengel, Früchte, Lohmassen, Excremente der Phytophagen, Baumstämme und -Stümpfe etc.); minder häufig bewohnen sie thierische Theile (Haare, Klauen, Federn, Excremente der Carnivoren u. s. w.). In allen Fällen ist Gegenwart von Feuchtigkeit eine der wesentlichen Bedingungen für ihre Entwicklung.

Die Zersetzungsprocesse, welche sie im Substrat hervorrufen, und deren nähere Natur wir noch nicht kennen, scheinen stets sehr allmählich vorzuschreiten, und niemals einen so intensiven Charakter zu tragen, wie er bei den Gährungs- und Fäulnissprocessen der Spalt- und Sprosspilze zu Tage tritt.

Die niederen Mycetozoen spielen z. Th. als Parasiten eine bedeutsame Rolle. Ihrem unfehlbar tödtlichen Angriff fallen insbesondere die verschiedensten Wassergewächse zum Opfer, namentlich solche, welche den niederen Gruppen (Algen, Pilzen) zugehören. Aber auch den Thierkörper verschmähen sie nicht, wie das Auftreten des vampyrellenartigen *Haplococcus reticulatus* ZOPF[1]) in den Schweinemuskeln, das Vorkommen gewisser Amoeben im menschlichen Verdauungskanal, im Darm von Mäusen etc. beweist.

In ihrer schnellen Entwicklung zur Fructification, ihrer ausserordentlichen Vermehrungskraft und der leichten Verbreitbarkeit ihrer Keime hat man die Gründe zu suchen für den meist epidemischen Charakter der von ihnen verursachten Krankheiten, namentlich der Algenkrankheiten.

Doch sind solche niederen Mycetozoen keineswegs ausschliesslich an strengen Parasitismus gebunden. Manche wenigstens (wie z. B. *Diplophysalis*- und *Pseudospora*-Arten) können (nach meinen Beobachtungen) ebenso gut als Saprophyten existiren.

Gewisse Monadinen geriren sich als vorante Formen, d. h. sie verschlucken

[1]) Ueber einen neuen Schleimpilz im Schweinekörper. Biol. Centralbl. 1883. Bd. III. No. 22.

Digitized by Google

ganze lebende Organismen (Diatomeen, Protozoen etc.) so z. B. *Leptophrys vorax* (Cienk.) und manche Vampyrellen.

In den an organischen Substanzen reichen Schlammmassen stehender und fliessender Gewässer, den mit pflanzlichen und thierischen Resten durchsetzten oberflächlichen Erdschichten, sowie den thierischen Excrementen hat man die Hauptentwicklungsheerde für niedere saprophytische Formen zu suchen.

In die Mannigfaltigkeit der lebenden Substrate der Monadinen wird am besten folgende Uebersicht einen Einblick verschaffen.

I. Pflanzen.

A. Algen.

1. Schizophyceen.

Polycystis (ichthyoblabe?)	*Pseudospora libera* Zopf.
Oscillaria	*Enteromyxa paludosa* Cienkowski.
	Spirophora radiosa (E. u. Duj.).
Cylindrospermum (Sporen)	*Gymnococcus spermophilus* Z.
	Vampyrellidium vagans Z.
Scytonemeen	*Vampyrellidium vagans* Z.
	Endyomena polymorpha Z.

2. Bacillariaceen.

Pinnularia, *Synedra*, *Stauroneïs*, *Cymbella*	*Gymnococcus Fockei* Z.
Pinnularien	*Pseudospora Bacillariacearum* Z.
Synedren, Cymbellen, Epithemien	*Leptophrys vorax* (Cienk.).
Verschiedene kleine Formen	*Leptophrys vorax* (Cienk.).
	Enteromyxa paludosa Cienk.
Gomphonema devastatum Häck.	*Vampyrella Gomphonematis* Häck.
Unbestimmte Meeresformen	*Protomyxa aurantiaca* Häck.
	Myxastrum radians Häck.

3. Conjugaten.

a) Desmidiaceen.

Cosmarien und andere Formen	*Leptophrys vorax* (Cienk.).
	V. multiformis Zopf.

b) Zygnemeen.

Spirogyren-Arten	*Vampyrella Spirogyrae* Cienk.
	Pseudospora parasitica Cienk.
	Ps. infestans Z. *Protomonas Spirogyrae* (Borzi).
Zygnema, *Mesocarpus*	*Ps. parasitica* Cienk. *Protomonas Spirogyrae* (Borzi).

4. Chlorophyceen.

a) Pandorinaceen.

Volvox globator	*Diplophysalis Volvocis* (Cienk.).
Chlamydomonas-Arten	*Colpodella pugnax* Cienk.
	Mastigomyxa avida Z.
	Vampyrella multiformis Z.
	Leptophrys vorax (Cienk.).

Digitized by Google

b) Confervaceen.

Cladophora-Arten	*Gymnococcus perniciosus* Z.
	Pseudospora parasitica CIENK.
	Pseudospora infestans Z.

c) Vaucheriaceen.

Vaucheria	*Pseudospora*-Arten.

d) Oedogoniaceen.

Oedogonium echinospermum A. BR. und andere Oedogonien	*Vampyrella pendula* CIENK.
	Pseudospora aculeata Z.
	Ps. infestans Z.
	Vampyrella pedata KLEIN.
	Leptophrys vorax (CIENK.).
Bulbochaete minor H. B. und andere Arten .	*Ps. infestans* Z.
	Vampyrella pendula CIENK.

e) Coleochaetaceen.

Coleochaete irregularis PRINGSH.	*Aphelidium deformans* Z.

5. Characeen.

Chara fragilis u. a. Arten	*Diplophysalis stagnalis* Z.
Nitella flexilis, mucronata etc.	*D. nitellarum* (CIENK.).

B. Muscineen.

1. Laubmoose.

Hypnum-Arten, Vorkeim	*Pseudospora maligna* Z.

2. Lebermoose.

Marchantia, Lunularia (Rhizoiden)	Näher zu untersuchende schwärmerbildende Monadinen.

C. Farne.

Prothallien und Rhizoïden verschiedener Polypodiaceen	*Pseudospora*-ähnliche Formen.

D. Gymnospermen.

Pinus (Pollenzellen)	*Vampyrellidium vagans* Z.

E. Angiospermen.

1. Monocotylen.

Lemna trisulca	Formen, die ich nur erst theilweis untersucht habe.
Elodea (Blätter)	
Pontederia crassipes (Blätter, Blattstiele)	
Vallisneria (Blätter), Gräser (Wurzeln).	

2. Dicotylen.

Brassica-Arten, *Iberis*	*Plasmodiophora Brassicae* WOR.
Leguminosen (Erbse, Lupine, *Robinia Pseudacacia* etc., Wurzeln)	*Plasmodiophora spec.*
Kartoffel (Knolle)	*Protomonas amyli* (CIENK.).

F. Pilze.

1. Spaltpilze	eine grosse Anzahl der verschiedensten Monadinen.
2. Phycomyceten.	
Saprolegnieen: *Saprolegnia, Achlya, Leptomitus, Dictyuchus* (vegetative und Sexual-Organe)	*Vampyrellidium vagans* Z. u. eine Anzahl anderer Formen.

Digitized by Google

G. Mycetozoen.

Monadinen.

Vampyrella pendula (Sporen)	*Leptophrys vorax* (Cienk.).
	Pseudospora infestans Z.
Vampyrella Spirogyrae	*Nuclearia.*
	andere Formen.
Leptophrys vorax (Cienk.).	eine *Pseudospora (infestans* Z.?)

II. Thiere.

Euglenen (Sporen)	*Leptophrys vorax* (Cienk.).
	V. multiformis Z.
Peridinien	*Protomyxa aurantiaca* Häck.
	Myxastrum radians Häck.
Infusorien . . . . . }	
Crustaceen *(Nauplius*-Form) }	*Myxastrum radians* Häck.
Muskeln der Schweine	*Haplococcus reticulatus* Z.
Darm von Menschen	Noch näher zu untersuchende Formen *(Amoeba coli).*

Aus dieser Uebersicht, die z. Th. auf den Beobachtungen Cienkowski's, Haeckel's, Woronin's, Klein's, zum grössten Theil aber auf eigenen mehrjährigen Beobachtungen basirt, ergiebt sich, dass bereits eine nicht unbeträchtliche Zahl lebender Organismen als Substrate oder Nahrungsmittel niederer Mycetozoen bekannt sind, und hieran knüpft sich die Vermuthung, dass weitere Forschungen, für die hier noch ein grosses Feld, jene Zahl um ein Beträchtliches erhöhen werden.[1])

Wenn die Mycetozoen einerseits als Feinde anderer Lebewesen auftreten, so erfahren sie andererseits selbst wieder mannigfache Nachstellungen, und zwar nicht nur von Seiten der Thiere (z. B. von Infusorien, Räderthierchen, Würmern, Insectenlarven etc.), sondern auch seitens der Pilze, und selbst von ihres Gleichen werden sie angegriffen und vernichtet. So dringen, wie ich beobachtete, manche Phycomyceten *(Pythium*-artige) in die Sporocysten der verschiedensten *Pseudospora*-Arten *(Ps. infestans* etc.) ein, um die Sporen abzutödten und ihren Inhalt zu verzehren. So schmarotzt ferner auf der von Chlamydomonaden sich nährenden *Mastigomyxa avidaz* und zwar auf deren noch umherschwärmenden Zoosporen ein zierliches *Rhizidium (Rh. equitans* Z.) oft zu mehreren Individuen auf derselben Schwärmspore auftretend. In die Sporocysten von *Vampyrella Spirogyrae* und *Diplophysalls Nitellarum* dringt ein kleiner Vampyrellenartiger Parasit ein, welcher den Inhalt der Sporen aufnimmt und sich dann encystirt.

[1]) Es ist mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass die Mehrzahl der Wasserpflanzen aller Gruppen, auch die Meerespflanzen, sowie viele Sumpfgewächse, von Mycetozoen inficirt werden. Die Florideen und Fucaceen scheinen auf diesen Punkt hin noch gar nicht untersucht zu sein. Von der Thatsache ausgehend, dass alles Wasser, welches in geringerer oder grösserer Menge faulende organische Theile enthält, auch mehr oder minder reich an niederen Mycetozoen ist, gelangt man ferner zu der naheliegenden Vermuthung, dass manche derjenigen Thiere, welche ihre Nahrung in solchem Wasser suchen (wie Fische, Schwimmvögel, Sumpfvögel, Amphibien) oder solche, welche in Misttümpeln, Gossen, Schlamm etc. wühlen (wie Schweine, Ratten etc.), Infektionen jener Organismen vom Darmkanal aus zu erleiden haben dürften.

Digitized by Google

Abschnitt I.

Formenkreis.

Der Entwickelungscyklus der Mycetozen gliedert sich in zwei wichtige Abschnitte, die man als vegetative und als fructificative Periode unterscheiden kann.

I. Die vegetativen Zustände.

Die vegetativen Zustände werden repräsentirt von dem Schwärmerstadium, dem Amoebenstadium und dem Plasmodienstadium.

1. Das Schwärmerstadium.

A. Structur.

Der Schwärmer (Schwärmspore, Schwärmzelle, Zoospore, Zoogonidie, früher auch »Monade« genannt) stellt ein hautloses Plasmaklümpchen (Primordialzelle) dar, an welchem man Plasma, Kern, Vacuolen und Cilien unterscheidet.

a) Plasma.

Die Hauptmasse des Plasmas wird gebildet von einer vollkommen homogenen, sehr schwach lichtbrechenden, hyalinen Substanz, dem Hyaloplasma. In diese eingebettet liegen kleine stärker lichtbrechende Körnchen *(Mikrosomata)*, die man in ihrer Gesammtheit wohl auch als Körnchenplasma bezeichnet.

Während das Hyaloplasma durch die gewöhnlichen Tinctionsmittel (Haematoxylinlösung, Carminlösungen etc.) nicht gefärbt wird, nimmt das Körnchenplasma leicht Farbstoffe auf. Dem Hyaloplasma kommt überdies die Fähigkeit activer Bewegung zu, von ihm aus geht auch die Bildung der Cilien sowie die Gestaltveränderung (Metabolie, Amoeboïdität). Das Körnchenplasma hingegen macht nur passive Bewegungen, welche vom Hyaloplasma beeinflusst werden.

Wie es scheint bleibt das Körnchenplasma stets in einiger Entfernung vom Kern gelagert, und so erscheint letzterer von einem schmalen Hyaloplasmahofe umgeben. (Fig. 1, A; E b c d).

Im Stadium lebhafter Schwärmthätigkeit zeigt der Hyaloplasmakörper glatte (nicht eckige) Contouren und mehr oder minder gestreckte spindelige oder birnförmige Gestalt, Fig. 1, A a b); in Momenten der Ruhe aber geht er sofort Gestaltveränderungen ein (Fig. 1, A c—e; C b c; B), welche je nach den Arten, sowie nach der Substratsbeschaffenheit und der Quantität der aufgenommenen Nahrung verschiedene Intensität haben können. Mitunter werden selbst lange und spitze Pseudopodien getrieben (Fig. 1, C b c). An einciligen Zoosporen mancher Mycetozoen lässt sich beobachten, dass im Zustande lebhafter Schwärmbewegung das Körnchenplasma nach dem geissellosen Pole hingedrängt wird, wodurch die Region um letzteren ganz körnchenfrei wird (Fig. 1, B).

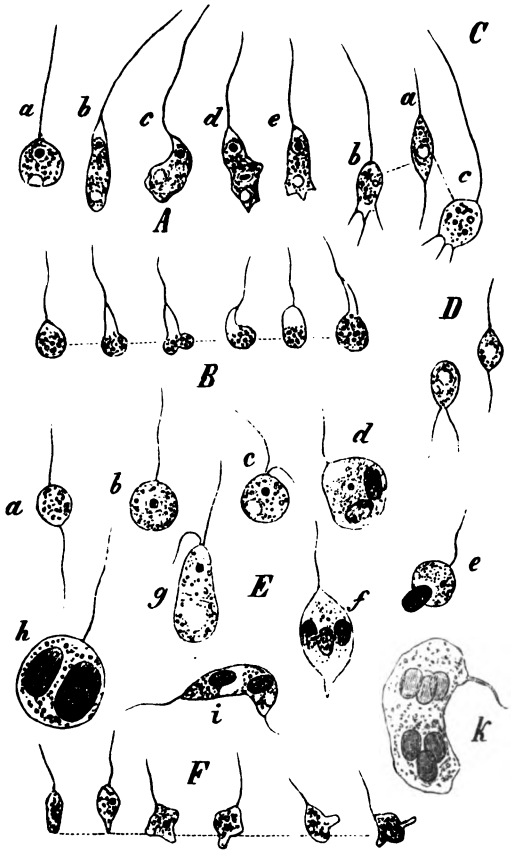
Amoeboïdität (Metabolie) der Schwärmer kommt keineswegs den Mycetozoen allein zu. Vielmehr finden wir diese Eigenschaft einerseits bei niederen Protozoen (Rhizopoden), anderseits bei den Zoosporen der Algenpilze (Phycomyceten). Unter letzteren sind die Chytridiaceen durch besonders auffällige amoeboïde Gestaltveränderungen ausgezeichnet, worauf zuerst SCHENK[1]) aufmerksam machte.

[1]) Ueber contractile Zellen im Pflanzenreiche. Physikalisch-med. Gesellsch. zu Würzburg 1857. Vergl. auch NOWAKOWSKY, Beiträge zur Kenntniss der Chytridiaceen, in Beitr. z. Biol. Bd. II. und meine im Druck befindliche Abhandlung über niedere Saprolegnieen (Nova

Digitized by Google

b) Kern *(Nucleus)*.

Der Mycetozoenschwärmer ist ausgerüstet mit einem Kern. Kernlose Zoosporen dürften bei keinem Mycetozoum existiren. Mehrkernige Schwärmer wurden bisher nicht nachgewiesen. Der Kern stellt ein rundliches Körperchen dar, das in den meisten, vielleicht in allen Fällen, schwache Amoeboïdität besitzt, eine Eigenschaft, die ich kürzlich auch für den Kern der Zoosporen einer Chytridiacee *(Amoebochytrium)* nachwies[1]), und die sich nach BRANDT auch bei den Rhizopoden (Heliozoen) findet.



(B. 447.) Fig. 1.

Schwärmsporen höherer und niederer Mycetozoen. A 540fach. Schwärmer von *Chondrioderma difforme* (PERS) *(Didymium Libertianum* DE BARY) mit einer Cilie einem Kern und einer contractilen Vacuole a und b Zustände mit lebhafter Schwärmbewegung, c—e minder lebhaft schwärmend und daher *Metabolie* des Körpers zeigend. B 540fach. Ein Schwärmer von *Lycogala flavo-fusca* EHRB. in verschiedenen Phasen der Gestaltveränderung *(Metabolie)*. Das Vorderende des Schwärmers besteht im gestreckten Zustande nur aus Hyaloplasma. C 900fach. Schwärmsporen von *Pseudospora parasitica* CIENK.; a mit 2 bipolar gestellten Cilien lebhaft schwärmend; b und c mit nur 1 Cilie, am hinteren Ende amoeboïd, und zwar lange und spitze Pseudopodien treibend. D 540fach. Zwei Schwärmer von *Diplophysalis stagnalis* ZOPF mit je 2 Cilien, die bei dem einen bipolar, beim andern monopolar gestellt sind. E 700fach. Schwärmer von *Mastigomyxa avida* in verschiedenen Stadien der Entwickelung. Die grossen dunklen Körper sind Schwärmer einer *Chlamydomonas*. F 540fach. Ein und derselbe Schwärmer von *Pseudospora maligna* in verschiedenen Stadien der Metabolie.

Da Grösse und Lichtbrechungsvermögen des Kernes relativ gering erscheinen, so macht sein Nachweis oft mehr oder minder grosse Schwierigkeiten, zumal wenn der Plasmakörper relativ grosse oder zahlreiche Ingesta enthält. Letztere zu entfernen bringt man in manchen Fällen die Methode der Sauerstoffentziehung mit Vortheil zur Anwendung, wie ich (a. a. O.) für *Protomonas amyli* und *Mastigomyxa avida* zeige. Von Färbungsmethoden wendet man auf das lebende Object nach meinen Erfahrungen am besten Behandlung mit sehr verdünnter wässriger Hämatoxylinlösung an. Durch Erhöhung des Lichtbrechungsvermögens vermittelst Säurezusatz (Essigsäure, Chromsäure etc.) lässt sich der Kernnachweis auch ohne Färbungsmittel führen. Die Grösse der Kerne schwankt nach der Grösse der Schwärmer. Eine Differenzirung von Kern und Kernkörperchen scheint überall zu fehlen.

c) Cilien.

Als Hauptcharakteristicum der Schwärmer gegenüber den übrigen

Act. Leop. 1884), wo für eine ganze Reihe von Arten die Amoeboïdität der Schwärmer in Wort und Bild dargelegt wurde. [1]) Ebenda.

Digitized by Google

vegetativen Entwicklungsstadien verdient der Umstand hervorgehoben zu werden, dass ihr Hyaloplasma im Stande ist, feine fadenförmige Fortsätze zu treiben, welche mit den Pseudopodien die Eigenschaft der Contractilität theilen, aber von diesen dadurch unterschieden werden, dass sie auf ein oder wenige Punkte der Körperoberfläche localisirt erscheinen und grössere Constanz in der Form, so wie im Allgemeinen grössere Agilität besitzen. Man pflegt diese Organe als Cilien (Geisseln, Flagellen) zu bezeichnen. In der Regel übertreffen sie in Bezug auf Länge den Plasmakörper ums Mehr- bis Vielfache.

Was Zahl und Stellung betrifft, so wechseln sie nicht nur nach Gattungen und Arten, sondern auch oft nach den Individuen derselben Species. An Schwärmern der höheren Mycetozoen wird man in der Regel nur eine einzige Cilie finden (Fig. 1 A und Fig. 2 A) und zwar in polarer Stellung; bei niederen Mycetozoen sind 1—3 Geisseln vorhanden, bei den *Pseudospora*-artigen Monadinen 1—2 (Fig. 1 CD), bei *Mastigomyxa* (Fig. 1 E) 1—3. Zwei- und dreizählige Cilien zeigen entweder monopolare oder bipolare Insertion.

Infolge der Feinheit, des geringen Lichtbrechungsvermögens und der mehr oder minder lebhaften Bewegung stellen sich dem Nachweis der Cilien auf rein optischem Wege bisweilen Schwierigkeiten entgegen. In diesem Falle bedient man sich fixirender und gleichzeitig tingirender Reagentien (Jodlösung, Chromsäure, Merkel'sche Lösung etc.).

Durch die Cilien wird die eigenthümliche Form der Ortsbewegung vermittelt, welche man als Schwärmbewegung bezeichnet. Die besonderen Arten dieser Bewegung sind in Abhängigkeit von der Grösse und Form des Körpers, sowie von der Zahl, der Länge und Dicke und der Insertionsstelle der Flagellen. Schwärmer, die an jedem Pole eine Cilie besitzen, bewegen sich beim lebhaften Schwärmen gewöhnlich in derselben Linie hin und her (z. B. *Diplophysalis stagnalis* Zopf); Schwärmer, die nur eine Cilie haben, zeigen, wenn diese nicht ganz polar, hüpfende Bewegung, nicht unähnlich der mancher Chytridiaceen-Zoosporen. Ist die Cilie genau polar gestellt, so rotirt der Körper um seine Längsachse, einen Kegelmantel beschreibend, dabei beständig in Richtung der Cilie vorwärts schreitend. Im Wesentlichen dieselbe Bewegung findet statt, wenn die Cilien zu 2—3 monopolar auftreten. Infolge davon, dass die Geisseln sich gelegentlich contrahiren oder peitschenschnurartige Undulationen ausführen, und bald nach dieser bald nach jener Richtung sich ausstrecken, werden jene drehenden Bewegungen des Körpers zeitweis unterbrochen und es treten dem Schaukeln, Zittern etc. ähnliche, oft schwer zu definirende Bewegungsformen auf, die noch dadurch modificirt werden können, dass amoeboide Bewegungen des Hyaloplasmas hinzukommen, sobald die Intensität der Cilienbewegung etwas nachlässt.

d) Vacuolen.

Die zwischen den Plasmapartikelchen befindlichen wässerigen Flüssigkeitstheilchen können zusammentreten und in rundlichen Hohlräumen des Plasmas Tröpfchen bilden (Vacuolenbildung). Kleinere Schwärmerformen besitzen in der Regel nur eine, grössere 2—3, seltener mehrere Vacuolen. Gewöhnlich sind sie contractil, d. h. sie entleeren den wässrigen Inhalt infolge von Contractionen des umgebenden Plasmas nach aussen. Ansammlung und Entleerung der Flüssigkeitsmengen erfolgt oft in rhythmischer Abwechselung. In sehr kleinen Schwärmerformen sind die Vaculen entweder von grosser Winzigkeit, oder sie fehlen auch gänzlich[1]).

[1]) Man vergleiche übrigens das weiter unten über die Vacuolen der Amoebenform Gesagte.

Digitized by Google

B. Nahrungsaufnahme.

Die Schwärmer vermögen, wie man sich an höheren wie niederen Pilzthieren leicht überzeugen kann, feste Nahrung aufzunehmen. Natürlich geschieht dies nicht im Zustande lebhaften Schwärmens, wo der Plasmakörper ziemlich scharf begrenzt ist, sondern in den Momenten, wo er zu provisorischer Ruhe gelangt, die Cilienbewegung matter wird, und gewöhnlich amoeboïde Gestaltveränderungen Platz greifen. Die Aufnahme erfolgt bei höheren wie niederen Mycetozoen in derselben Weise, nämlich so, dass der Plasmakörper sich mit dem cilienlosen Theile eng an den Gegenstand anschmiegt und ihn mit meist stumpfen Ausstülpungen des Hyaloplasmas umfliesst, hierbei wird die Cilie nicht eingezogen[1]). Die Ingesta sind oft gross, z. B. bei *Mastigomyxa avida* relativ grosse *Chlamydomonas*-Schwärmer (Fig. 1 E d—f, h—k), bei *Pseudospora*-Arten Chlorophyllkörper, Stärkekörnchen etc. der Wirthspflanzen, bald wieder sehr klein. Mitunter erscheinen die Schwärmer ganz vollgestopft von Ingestis, sodass sie Kern und pulsirende Vacuolen verdecken (Fig. 1 E h). Die Schwärmbewegung wird dann natürlich in ihrer Intensität beeinträchtigt, aber keineswegs aufgehoben. Sind die Ingesta ausgesogen, so werden sie wieder ausgestossen; so wenigstens bei gewissen Formen (z. B. *Mastigomyxa)*; bei anderen scheinen sie dem Plasmakörper einverleibt zu bleiben bis zur Fructification (Pseudosporeen)[2]). Infolge der Nahrungszufuhr vergrössert sich die Plasmamasse der Schwärmer natürlich, oft ums Mehrfache bis Vielfache des ursprünglichen Volumens, wofür man namentlich bei den Monadinen Beispiele findet: so *Mastigomyxa avida* und Pseudosporen, wo nicht selten eine Vergrösserung ums Zwölffache erfolgt. Kern und Vacuolen nehmen dabei gleichfalls an Durchmesser zu, nur nicht in entsprechendem Grade.

C. Theilung.

Für die höheren Mycetozoen ist von DE BARY[3]) und CIENKOWSKI[4]) die wichtige Thatsache festgestellt worden, dass ihre Schwärmer das Vermögen besitzen, sich durch fortgesetzte Zweitheilung zu vermehren.

Der Theilungsact mit seinen Vorbereitungen (Fig. 2 A) stellt sich für die genannte Gruppe nach DE BARY's Untersuchungen an *Chondrioderma difforme* (= *Didymium Libertianum), Stemonitis* und anderen Formen wie folgt dar: Zunächst werden die Bewegungen des Schwärmens träger, die Cilie wird eingezogen, Vacuole und Kern verschwinden, und der Plasmakörper rundet sich zur Kugel oder zum Ellipsoïd ab. Jetzt erscheint eine quergehende Einschnürung in dem etwas gestreckten Körper, die tiefer und tiefer gehend das Plasmaklümpchen in zwei kugelige Hälften theilt. Letztere erhalten darauf amoeboïden Charakter, bekommen je eine Cilie und schwärmen nun. Während jene Einschnürung auftritt, erscheint in jeder Hälfte eine Vacuole, und nach der Theilung ein neuer Kern. Man kann sich von der Richtigkeit dieser Beobachtungen an *Chondrioderma*-Schwärmern leicht überzeugen, nur finde ich, dass aus dem ursprünglichen Kern,

[1]) Dies ist z. B. bei *Mastigomyxa avida* der Fall. Für die Schwärmer von *Pseudospora infestans* ZOPF giebt BRASS l. c. an, dass sie vor der Nahrungsaufnahme die Cilien einziehen, um sie nach derselben wieder hervorzustülpen.

[2]) Wie weiter unten nachgewiesen werden soll, kann man die Schwärmer durch Sauerstoff-Absperrung, Kälte-Einwirkung etc. zwingen ihre Ingesta fahren zu lassen und so lässt sich der Kern sichtbar machen (Vergl. die Kap. über das Verhalten gegen physikalische Agentien).

[3]) Die Mycetozoen pag. 85.

[4]) Das Plasmodium, PRINGSHEIMS Jahrb. III.

Digitized by Google

der übrigens nicht verschwindet, schon vor der Theilung des Schwärmers 2 Kerne entstehen, von denen jeder Plasmahälfte einer zugewiesen wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich die Schwärmertheilung bei allen höheren Mycetozoen im Wesentlichen in eben dem Sinne vollziehen.

Die DE BARY'schen Beobachtungen legten die Vermuthung nahe, es möchten auch die Schwärmer der niederen Pilzthiere zur Zweitheilung veranlagt sein. Speciell in dieser Richtung unternommene Untersuchungen an *Diplophysalis stagnalis* (Fig. 2, B), einigen Pseudosporen und *Mastigomyxa avida* (Fig. 2, C—J) führten nun in der That zu dem erwarteten Resultate.

Der Vorgang stimmt mit dem für die höheren Mycetozoen bekannten zunächst darin überein, dass eine Streckung des Körpers erfolgt und die Theilungsrichtung senkrecht zur Längsachse des Schwärmers steht. Die Zoospore zieht aber auch während des Prozesses die Cilie oder die Cilien nicht ein, sondern bewegt sich mittelst derselben weiter. An grösseren Schwärmern, wie sie z. B. *Mastigomyxa avida* aufweist, lässt sich unschwer constatiren, dass vor Beginn der Einschnürung der ursprüngliche Kern sich in zwei theilt und beim Eintritt derselben statt der ursprünglichen Vacuole zwei, in jeder Hälfte eine auftreten (E). Die Theilung erfolgt nun in der Art, dass die Mitte des gestreckten Körpers, wo das Hyaloplasma körnchenfrei geworden, sich tiefer und tiefer einschnürt und dabei zu einem mehr oder minder langen, später zerreissenden Isthmus oder Faden auszieht (F—J). Derselbe kann, wie ich für *Mastigomyxa avida* sicher beobachtete, für die eine oder die andere Theilhälfte als Geissel bestehen bleiben! (J) Schwärmer, welche gröbere Nahrung aufgenommen, stossen diese vor der Theilung mitunter aus; im anderen Falle vertheilen sich die Ingesta auf beide Hälften, oder sie werden nur einer zugewiesen (Fig. 2, F—J).

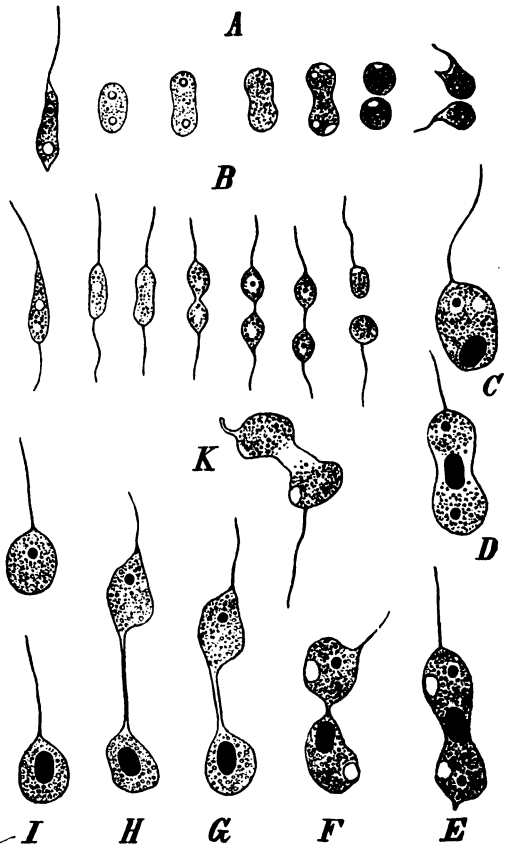


Fig. 2. (B. 448.)

Theilungsvorgänge bei Schwärmern von niederen und höheren Mycetozoen. A 390fach. Ein einciliger Schwärmer von *Comatricha Friesiana* DE BARY (= *Stemonitis obtusata* FR.) in den verschiedenen Phasen der Zweitheilung nach DE BARY. B 540fach. Zweiciliger Schwärmer von *Diplophysalis stagnalis* ZOPF mit den successiven Theilungszuständen. C—J 750fach. Einciliger Schwärmer von *Mastigomyxa avida* ZOPF mit seinen Theilungsstadien. Reihenfolge nach den Buchstaben. Die grossen dunklen Ingestakörper sind Schwärmsporen einer *Chlamydomonas*. K 750fach. Zweiciliger Schwärmer derselben Art, Ingesta frei, sich gleichfalls zur Theilung anschickend. Die mittlere Region des Plasmakörpers körnchenfrei.

Wenn man die Theilungsfähigkeit der *Monadinen*-Schwärmer bisher übersehen

Digitized by Google

hat, so liegt der Grund dafür einmal in der Kleinheit vieler Objecte, sodann in der relativ grossen Schnelligkeit des Vorgangs und endlich darin, dass auffällig häufige Theilungen nur unter ganz bestimmten äusseren Bedingungen auftreten, die herzustellen man vorläufig nicht in der Hand hat, und die man auf dem Wege des Zufalls nicht immer trifft.[1])

Zweifellos dürften sich die Theilungen unter gewissen Verhältnissen mehrere, vielleicht selbst viele Generationen hindurch fortsetzen. Zwar ist der direkte Beweis in dieser Richtung schwierig, da man die Theilzellen der ersten Generation in Folge ihrer lebhaften Agilität gewöhnlich nicht bis zu dem Punkte im Gesichtsfelde behalten kann, wo sie sich selbst wiederum zur Theilung anschicken. Allein es giebt eine indirekte Stütze für jene Annahme in der Thatsache (die für die höheren Mycetozoen auch DE BARY geltend macht), dass erstens die Zahl der Schwärmer bezüglich ihrer Höhe sehr bald in gar keinem Verhältniss steht zu der geringen Zahl der Cysten oder Sporen, denen die Zoosporen entstammen, und zweitens die Theilungen in derselben Objektträgerkultur oder in derselben Wirthszelle noch am 2. und 3. Tage u. s. w. fortdauern.

In einem isolirten Nitellenschlauche z. B., der mit Schwärmer bildenden Cysten von *Diplophysalis stagnalis* versehen auf dem Objektträger kultivirt wird, trifft man zunächst nur die Schwärmer, die aus den Cysten ausgeschlüpft sind. Obwohl nun von aussen keine Einwanderung erfolgen kann, sieht man in den nächsten Tagen die Schwärmerzahl sich ums Mehrfache vergrössern, sodass oft der ganze Schlauch von ihnen wimmelt. Ganz ähnliche Beobachtungen habe ich bezüglich einer in Vaucherien lebenden *Pseudospora*, an *Protomonas amyli* etc. gemacht).

In der Theilungsfähigkeit der Schwärmer, die jedenfalls eine ganz allgemein verbreitete Eigenschaft der Mycetozoen darstellt, ist ohne Zweifel ein höchst wichtiges Vermehrungs- und Verbreitungsmittel gegeben.[2])

D. Verbreitung der Schwärmerbildung.

Es giebt unter den Mycetozoen ganze Gruppen, welche keinen Schwärmzustand besitzen. Unter den niederen Mycetozoen (Monadinen) zeichnen sich wie zuerst CIENKOWSKI zeigte, durch den Mangel der Zoosporenbildung aus: die Vampyrellenartigen und die Monocystaceen. Sie treten dadurch in Gegensatz zu den zoosporenbildenden Monadinen und können diesen, den *Monadineae zoosporeae*, wie sie CIENKOWSKI[3]) bezeichnete, als *Monadineae azoosporeae* gegenüber gestellt werden.

Bei den höheren Mycetozoen (Eumycetozoen) finden wir ein ähnliches Verhältniss. Das Gros derselben besitzt Schwärmerbildung. Die von BREFELD[4]) entdeckten Dictyosteliaceen: *Dictyostelium mucoroïdes* und *Polysphondylium violaceum* aber sowie die Guttulineen bilden keine Schwärmsporen.

---

[1]) Neuerdings hat übrigens auch A. BRASS (Biologische Studien, Heft 1.) Schwärmertheilung bei niederen Mycetozoen beobachtet und einige meiner Originalzeichnungen zur Illustration der Thatsache benutzt.

[2]) Die Fähigkeit der Schwärmer, Zweitheilung einzugehen, ist bekanntlich auch bei verschiedenen anderen Gruppen niederer Organismen zu finden, so bei Euglenen und anderen Flagellaten, ferner bei Algen (namentlich den Chlorophyceen) und selbst bei Pilzen (Phycomyceten z. B. *Aphanomyces stellatus*).

[3]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZE's Archiv I, pag. 213).

[4]) BREFELD, *Dictyostelium mucoroïdes*. Senkenbergische Gesellschaft 1870 und Schimmelpilze. Heft VI.

Digitized by Google

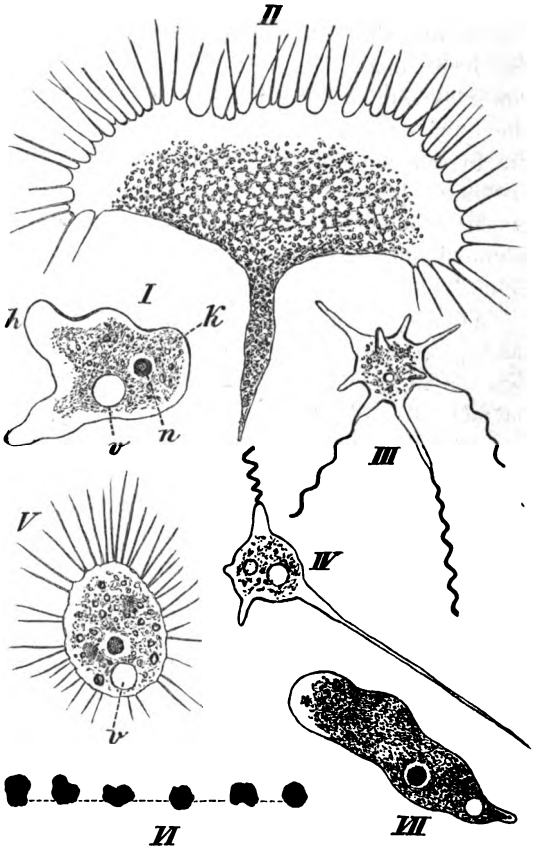
2. Das Amoebenstadium.

A. Struktur.

Die Amoebe stellt gleichfalls eine Primordialzelle dar, an der man stets Kern, Plasmasubstanz und Vacuolen unterscheiden kann. In dem Mangel der Cilie liegt der Hauptunterschied gegenüber der Zoospore.

a) Plasma.

Wir haben auch hier mit MAX SCHULTZE zu unterscheiden zwischen der Grundsubstanz (dem Hyaloplasma, Fig. 3, I h) und den in diese eingelagerten Körnchen (Körnchenplasma k). Die Grundsubstanz ist homogen, nur schwach lichtbrechend, indifferent gegen die gewöhnlichen Färbungsmittel und vermittelt durch ihre Contractilität die Bewegung. Die Körnchen dagegen besitzen stärkeres Lichtbrechungsvermögen, nehmen leicht gelöste Farbstoffe auf und werden durch die aktiven



(B. 449.) Fig. 3.

Amoebenformen. I. Gelappte Amoebenform, zu *Pseudosporidium Brassianum* Z. gehörig; h Hyaloplasma, k Körnchenplasma, n Kern, v Vacuole (nach BRASS). II. Amoebe von *Leptophrys vorax* (CIENK.). Das Plasma ist an der vorderen Peripherie in einem breiten Saume ganz körnchenfrei. Die Körnchen des Körnerplasmas sind, weil sie die Zwischenräume rundlicher, auf den ersten Blick wie Vacuolen aussehender Paramylumkörner ausfüllen, netzmaschenartig angeordnet, die zahlreichen Kerne bei diesem lebenden Objekt nicht wahrnehmbar. III. u. IV. 540fach. Amoeben von *Spirophora radiosa* (Z) mit Pseudopodien, die theilweis zierlich korkzieherartig gekrümmte Enden zeigen. Kern nicht sichtbar. V. Amoebe von *Vampyrella pendula* CIENK. mit zahlreichen radienartig gestellten feinen Pseudopodien (*Actinophrys*-Form), in der Mitte der Kern mit seinem Hyaloplasmahof, seitlich eine Vacuole. VI. Kern derselben Amoebe in seinen verschiedenen Stadien amoeboïder Veränderung. VII. 1000fach. Amoebe von *Copromyxa protea* (FAYOD) mit Kern und Vacuole — *Limax*-Form (nach FAYOD).

Bewegungen des Hyaloplasmas mitgeführt. Da die Körnchen in der Regel nur im mittleren Theile des Amoebenkörpers gelagert erscheinen, gewinnt es den Anschein, als ob das Hyaloplasma nur eine peripherische Schichte bilde (Ectoplasma, Rindenschicht), und der centrale Theil nur aus Körnchenplasma bestehe (Endoplasma, Markschicht[1]). Es ist dies die Ansicht von der concentrischen Schichtung des Amoebenkörpers, die man auch noch durch den Hinweis zu stützen sucht, dass die peripherische Schicht mehr der Contractilität, die innere mehr der Ver-

[1]) Diesen Ausdrücken entsprechen die zoologischerseits angewandten: Ectosark und Endosark.

Digitized by Google

dauung der Ingesta diene. — Fast durchgehends bleiben die Körnchen in einiger Entfernung vom Kern gelagert (Fig. 3, I, V, VII), sodass die nächste Umgebung dieses Körperchens aus körnchenlosem Hyaloplasma besteht. Wie es scheint, haben manche Beobachter diese Verhältnisse falsch gedeutet, nämlich den Hyaloplasmahof als Kern und den eigentlichen Kern als Kernkörperchen aufgefasst.

Die Ansicht von der Differenzirung des Amoebenkörpers in concentrische Schichten, wird neuerdings in weitgehendster Weise von A. BRASS[1]) vertreten. Er nimmt vier Schichten an 1. das Bewegungsplasma, 2. das Athmungsplasma, 3. das Nahrungsplasma, 4. das Ernährungsplasma.

Das Bewegungsplasma entspricht dem Ectoplasma der Autoren, es übernimmt die Funktion der Bewegung und Nahrungsaufnahme. Nach innen soll sodann eine dünne, feinkörnige, die Athmung vermittelnde Schichte folgen: das Athmungsplasma. An diese schliesst sich nach innen eine dickere Schicht von zähflüssigem Plasma an, in das kleinere oder grössere Körnchen eingelagert sind, die aus assimilirter Nahrung bestehen: das Nahrungsplasma, wohin auch die Ingesta aufgenommen werden; und endlich folgt als innerste Lage der vorhin erwähnte dünne Plasmahof um den Kern: das Ernährungsplasma. Es ist meistens ziemlich scharf gegen das Nahrungsplasma abgegrenzt und sendet nach allen Richtungen Fortsätze in dasselbe hinein, um die Nahrung zu verdauen. Seine Thätigkeit ist also eine assimilatorische.

Ob diese Annahme einer weitgehenden Arbeitstheilung des Plasmas für so niedrig stehende Organismen, wie die Monadinen es ohne Zweifel sein dürften, sich als in der That begründet erweist, wage ich zur Zeit nicht zu beurtheilen, da meine Beobachtungen über diesen Punkt noch nicht abgeschlossen sind.

Von der oben erwähnten hyaloplasmatischen Grundsubstanz geht die Bildung der Pseudopodien aus. Nur ausnahmsweise wandern in diese die Körnchen mit hinein (z. B. *Vampyrella Spirogyrae* [aber nicht bei allen Individuen] und *Leptophrys vorax* CIENK.)

Bei den meisten Monadinen sind die Pseudopodien einfach, d. h. unverzweigt, oder nur gelegentlich zufällig verzweigt (so bei den Vampyrellen, *Pseudospora*-Arten, *Diplophysalis)*. Eine bemerkenswerthe Ausnahme von dieser Regel machen *Gymnococcus perniciosus* Z. und *G. Fockei* Z., wo sogar mit mehr oder minder reicher Auszweigung ausgesprochene Anastomosenbildung combinirt ist welche den Amoeben plasmodialen Charakter im Sinne der höheren Mycetozoen verleiht, nnd bisher noch bei keinem monadinenartigen Mycetozoum beobachtet ward, mit Ausnahme von *Leptophrys vorax* (CIENK.), die wie schon CIENKOWSKI zeigte, gelegentlich anastomosirende Zweige bildet.

Bezüglich der Form, Zahl und Stellung der Pseudopodien treten je nach den Gattungen vielfache Schwankungen auf: die Vampyrellen besitzen zahlreiche lange, dünne und spitze Fortsätze, die radienartig vom Körper ausstrahlen. Man hat solche Formen wegen der Aehnlichkeit mit den Amoeben der Rhizopodengattung *Actinophrys* als »actinophrys-artig« bezeichnet. Die nämliche Form finden wir auch bei *Diplophysalis*, *Protomonas amyli* und *Pseudospora*-Arten. Andere Mycetozoen bilden ausnahmslos nur ganz kurze, breite und stumpfe Pseudopodien von geringer Anzahl; bleibt dabei der Plasmakörper im Wesentlichen gestreckt, wie z. B. *Copromyxa protea* (FAVOD), so haben wir die *Limax*-Form. (Fig. 3, VII.) Eine höchst charakteristische Pseudopodienform treffen

[1]) Biologische Studien. Heft 1.

Digitized by Google

wir bei *Spirophora radiosa* an, wo lange, relativ dicke Fortsätze am Ende zu höchst zierlichen und regelmässigen Spiralfäden umgestaltet werden (Fig. 3, III, IV).

Nach allen diesen Angaben kann es füglich keinem Zweifel unterliegen, dass bei manchen Monadinen die Pseudopodienbildung derartige Eigenthümlichkeiten aufweist, dass sie sehr wohl mit zur systematischen Unterscheidung verwandt werden dürften, nicht für sich allein, sondern im Verein mit anderen Charakteren.

Im Allgemeinen aber muss festgehalten werden, dass Grösse, Form, Zahl und Stellung der Pseudopodien, ebenso wie die Form des eigentlichen Amoebenkörpers ausserordentlich wechselt, sowohl mit dem Alter, der Bewegungsform, der Zunahme der Ingestamenge, als mit der Veränderung des Substrats, der Temperatur, der Sauerstoffzufuhr, und anderen Momenten. So werden, um nur einige Beispiele anzuführen, die in der Jugend langen, dünnen und spitzen Pseudopodien der *Charen* bewohnenden *Diplophysalis stagnalis* ZOPF im Alter der Amoebe dicker, minder zahlreich, kürzer und zur Zeit des Ueberganges in die Fructification stumpflappig. Frei schwimmend sind die Amoeben von *Vampyrella* mit allseitig ausstrahlenden Pseudopodien versehen (Fig. 3, V), bei der Nahrungsaufnahme oder beim Kriechen auf einem Algenfaden aber bekommen diese nach Form, Anordnung und Grösse einen ganz anderen Charakter.

Dazu kommt, dass oft die Amoeben verschiedener Arten, ja von Repräsentanten ganz verschiedener Gattungen bezüglich der Pseudopodienbildung, Struktur, Form und Grösse einander so vollkommen ähnlich erscheinen, dass man sie nicht unterscheiden kann und die Entwickelungsgeschichte erst studiren muss, um sagen zu können, wohin sie gehören. Das gilt vor allen Dingen für die höheren Mycetozoen. Früher, als man den relativen diagnostischen Unwerth der Amoebencharaktere nicht kannte, und von vielen Seiten die Ansicht gehegt wurde, dass manche Amoebe überhaupt keine weiteren genetischen Beziehungen aufzuweisen hätte, gründete man auf die Morphologie dieses Zustandes besondere Arten, und die Folge davon ist, dass viele dieser »Arten« nicht mit Sicherheit wiederzuerkennen, also für die Systematik werthlos sind.

b) Kern.

Für alle höheren Mycetozoen und alle Monadinen, die man darauf hin untersucht hat, konnte die Gegenwart eines Kerns in den Amoeben nachgewiesen werden, selbst für die Vampyrellen und *Protomonas amylï*, wo nach der Annahme CIENKOWSKI's, HAECKEL's und KLEIN's jener Körper fehlen sollte. Den Amoeben von *Leptophrys vorax* (CIENK.) und den (bezüglich ihrer Stellung noch zweifelhaften) Nuclearien CIENKOWSKI's kommen sogar mehrere resp. viele Kerne zu.[1])

Im Allgemeinen sind grosse Amoeben, wie z. B. die der meisten höheren Mycetozoen, sowie der Vampyrellen, des *Pseudosporidium Brassianum* Z. auch mit relativ grossen Kernen ausgestattet. Sehr kleine Amoebenformen (wie die von *Dictyostelium mucoroides)* besitzen auch entsprechend winzige Kerne.

Dem Nachweis der Kerne stellen sich mitunter besondere Schwierigkeiten entgegen, welche darin liegen, dass diese Körper durch grössere Anhäufung von Plasmakörnchen oder von aufgenommenen Fremdkörpern leicht verdeckt werden. Um diese Schwierigkeiten zu überwinden wird es nöthig, solche

[1]) Für *Leptophrys vorax* werde ich dies in meiner Arbeit: Ueber die niederen Pilzthiere noch näher begründen.

Digitized by Google

Individuen zur Untersuchung auszuwählen, welche möglichst ingesta- und körnchenfrei sind. Für gewisse Arten lässt sich auch die später mitgetheilte Methode der Sauerstoffentziehung[1]) mit Erfolg in Anwendung bringen, so für manche *Pseudospora*-artige Monadinen (wie z. B. *Protomonas amyli*, *Mastigomyxa avida* etc.).

Die Vampyrellen, die *Protomonas amyli* und *Pseudospora*-Arten besitzen nach meinen Beobachtungen amoeboide Kerne (Fig. 3, VI u. Erklärung), nach Brass auch *Pseudosporidium Brassianum* Z. Es liegt die Wahrscheinlichkeit vor, dass die Kerne aller anderen Monadinen die gleiche Eigenschaft zeigen. Theilung des Kerns als Einleitung zum Process der Zweitheilung des Amoebenkörpers wurde von Brass für *Pseudosporidium Brassianum* beobachtet, von mir auch bei Amoeben einer anderen Art gesehen.

c) Vacuolen.

Wie in den Schwärmern treten auch in den Amoebenzuständen Ansammlungen von aus dem Plasma abgeschiedener, wässeriger Flüssigkeit in Tropfenform auf (Vacuolen). Bei kleinen Objecten sind sie in Einzahl (Fig. 3, I. V. VII.) oder Zweizahl, bei grösseren meistens zu mehreren vorhanden (Fig. 4, III. II). Entsprechend dem grösseren Volumen des Amoebenkörpers besitzen sie meist grösseren Durchmesser, als die Schwärmer-Vacuolen. Man hat wie bei der Schwärmerform zu unterscheiden zwischen ruhenden und pulsirenden Vacuolen. Letztere sind dadurch charakterisirt, dass sie plötzlich verschwinden, um an derselben Stelle wieder aufzutreten. Jene Erscheinung beruht, wie bei den niederen Thieren (Infusorien)[2]) darauf, dass sie sich nach aussen entleeren. Sie sind mithin Secretionsorgane primitivster Art.

Nach Rossbach enthalten die im Infusorienkörper befindlichen contractilen Vacuolen (ausser Wasser) zugleich Produkte der in der Zelle sich abspielenden Oxydationsprocesse, und bei den Mycetozoen, höheren wie niederen, dürfte die Sache sich ganz ähnlich verhalten. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als K. Brandt[3]) an einer grossen Amoebe, die vielleicht den Mycetozoen zugehört, die interessante Thatsache eruirt hat, dass der Tropfen der pulsirenden Vacuole Säure enthalten kann. Bei Zusatz von Haematoxylinlösung fand er nämlich, dass der Tropfen erst gelb, dann braun wird, eine Erscheinung, die nur so zu erklären ist, dass das durch den Plasmakörper nach der Vacuole gelangende Haematoxylin daselbst Säure vorfindet.

Nach Rossbach's Untersuchungen zu schliessen, dürfte die Frequenz der Pulsationen bei den Mycetozoen gleichfalls in Abhängigkeit stehen von der Temperatur, vom Sauerstoffzutritt etc. Eine besondere membranartige Umhüllung besitzen die pulsirenden Vacuolen nicht, daher auch (in grösseren Amoeben) häufiges Verschmelzen derselben.

---

[1]) Siehe den physiologischen Abschnitt.

[2]) Rossbach, Die rhythmischen Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physik. Agentien und Arzneimittel (Verhandl. d. med. phys. Ges. zu Würzburg 1872.)

[3]) Färbung lebender einzelliger Organismen. Biol. Centralbl. 1882. — Vergleiche auch de Bary, Mycetozoen, pag. 41 u. 81. — Pfeffer, Pflanzenphysiologie II, pag. 398. — Brass, Biologische Studien. Heft I, pag. 61. — Für thierische Objecte *(Actinophrys Eichhornii)* wies zuerst Zenker (Schultze's Archiv 1866, Bd. II) die Entleerung der puls. Vac. nach. Vergl. auch: Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien (Unters. aus dem bot. Inst. Tübingen, Bd. I, Heft 2).

Digitized by Google

Bei *Leptophrys vorax* (CIENK.) scheint übrigens die Bildung von Vacuolen gänzlich zu unterbleiben.

d) Accessorische Inhaltsbestandtheile.

α. Paramylum.

In dem Plasma der Amoebenzustände (Fig. 3 II, Fig. 4 VII nebst Erkl.) (sowie der Cystenzustände) von *Leptophrys vorax* (CIENKOWSKI) habe ich neuerdings eigenthümliche Körperchen nachgewiesen[1]), welche bezüglich ihrer morphologischen und chemischen Beschaffenheit den Charakter von Paramylum tragen, eines Stoffes, den man bisher durch FOCKE's[2]), CARTERS[3]), STEIN's[4]), SCHMITZ's[5]) und KLEBS[6]) Untersuchungen nur für die Familie der *Euglena*-artigen Organismen kannte. Bei der genannten Monadine erscheinen die Körperchen rundlich, durch gegenseitigen Druck bisweilen von eckigem Aussehen. Ihr sehr geringer Durchmesser, der gewöhnlich nicht über 4 mikr. hinausgehen dürfte, ist schwankend. Es findet sich eine deutliche concentrische Schichtung vor. Als Reactionen, welche gleichfalls auf die Paramylum-Natur hinweisen, mögen folgende hervorgehoben werden: Durch Jodjodkaliumlösung und Chlorzinkjodlösung nicht gelöst, nicht gefärbt, oder doch nur schwach gelbgrünlich; durch etwa 10% Kalilösung augenblicklich gelöst, durch concentrirte Schwefelsäure gleichfalls schnell gelöst.

β. Oxalsaurer Kalk.

Bei verschiedenen frei lebenden, zu den *Monadineae azoosporeae* gehörenden Mycetozoen habe ich im Amoebenplasma sowohl, als im Plasma der Cystenzustände sehr stark lichtbrechende, krystallähnliche Körperchen beobachtet, deren Zahl mit dem Alter der Amoebe wächst. Sie werden von Alkalien nicht angegriffen, durch Säuren aber, wie mässig concentrirte Salzsäure oder Schwefelsäure allmählich und ohne Gasentwickelung gelöst, dürften also wohl aus oxalsaurem Kalk bestehen.

Ganz ähnliche Körperchen kommen übrigens auch im Plasma der Amoeben mancher Rhizopoden vor (z. B. von *Cochleopodium pellucidum* HERTWIG und LESSER). FRANZ EILHARD SCHULZE[7]) beschreibt sie als »stark lichtbrechende Körperchen von eckiger, an Krystalle erinnernder Form« und weist darauf hin, dass bereits AUERBACH[8]) im Körper von »*Amoeba bilimbosa*« ähnliche Gebilde gesehen[9]).

γ. Farbstoffe.

In den Amoeben einiger Monadinen hat man Farbstoffe in gelöster Form nachgewiesen. So fand CIENKOWSKI[10]) einen ziegelrothen Farbstoff bei *Leptophrys vorax* (CIENKOWSKI), den Vampyrellen, und HAECKEL[11]) einen orange-

[1]) Näheres in meiner später folgenden Abhandlung über niedere Mycetozoen.

[2]) Physiologische Studien, Heft II.

[3]) Ann. and. Mag. of. Nat. Hist. 1856 vol XVIII.

[4]) Der Organismus der Infusionsthiere, III.

[5]) Die Chromatophoren der Algen, Bonn 1883. — Zur Kenntn. d. Chromat. (Jahrb. XV.)

[6]) Organisation einiger Flagellaten-Gruppen, pag. 269 ff.

[7]) MAX SCHULTZES Archiv. Bd. 11, pag. 340.

[8]) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, 1856. Bd. 7, pag. 274.

[9]) Vielleicht bestehen die kleinen Krystalle, die GRUBER (Ueber einige Kerntheilungen, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38) für *Amoeba proteus* abbildete (Taf. XIX, Fig. 9), auch aus Kalkoxalat.

[10]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden. (MAX SCHULTZE's Archiv I.)

[11]) Studien über Moneren.

Digitized by Google

gelben bei seiner *Protomyxa aurantiaca*. Dass diese Farbstoffe von dem veränderten Chlorophyllfarbstoff der Nähralgen herrühren, ist für die Vampyrellen und *Leptophrys* leicht nachzuweisen und nach HAECKEL auch für *Protomyxa* sehr wahrscheinlich.

B. Theilung.

Unter Voraussetzung gewisser Bedingungen vermehren sich die Amoeben, ähnlich den Zoosporen, durch Zweitheilung.

Für die niederen Mycetozoen wurde diese Thatsache zuerst constatirt von CIENKOWSKI[1]) an *Nuclearia*, später von HÄCKEL[2]) für *Protomonas Huxleyi* (nebst verschiedenen anderen, vielleicht auch in den Entwicklungsgang von Monadinen gehörigen Amoebenformen *(Frotamoeba primitiva, Pr. agilis* und *P. Schultzeana)*, von FRANZ EILH. SCHULZE[3]) für *Amoeba polypodia*, die vielleicht auch den Monadinen zugehört, von FAYOD[4]) für *Copromyxa protea*, von BRASS[5]) für *Pseudosporidium Brassianum mihi* und von mir für *Leptophrys vorax* nachgewiesen worden. Mit Bezug hierauf lässt sich vermuthen, dass die Amoebentheilung bei allen Monadinen vorkommt.

Für die höheren Mycetozoen wurde die Theilungsfähigkeit der Amoeben für verschiedene Arten zuerst von DE BARY[6]), dann von CIENKOWSKI[7]), von BREFELD[8]) (an *Dictyostelium mucoroïdes* und *Polysphondylium violaceum)* und von FAMINTZIN und WORONIN l. c. (an *Ceratium hydnoïdes* und *porioïdes)* gezeigt.

Der Process verläuft im Wesentlichen in derselben Weise, wie bei der Schwärmerform. Zunächst tritt eine Streckung des Plasmakörpers ein und darauf eine senkrecht zur Längsachse erfolgende Einschnürung, die schliesslich zur Trennung in etwa zwei gleichgrosse Hälften führt (Fig. 4, V, VII). Während dieser Vorgänge bleibt die Pseudopodienbildung entweder in der gewöhnlichen lebhaften Weise bestehen *(Leptophrys vorax)* oder die Plasmafortsätze werden eingezogen und der Körper zeigt somit nur schwache Metaholie *(Protamoeba primitiva* HÄCKEL, *Copromyxa protea* (FAYOD).

Wie BRASS für *Pseudosporidium Brassianum mihi* beobachtete und ich selbst bestätigen kann, theilt sich der Kern vor Beginn der Einschnürung des Amoebenkörpers in zwei Tochterkerne.[9]) Neuerdings hat auch GRUBER[10]) Theilung des Kernes

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden. MAX SCHULTZE's Archiv I, pag. 225, tab. XIV. Fig. 76.

[2]) Studien über Moneren.

[3]) Rhizopodenstudien (in MAX SCHULTZE's Archiv, Bd. XI. pag. 592. Taf. 36. Fig. 2).

[4]) Botanische Zeitung. 1883.

[5]) Biologische Studien, Heft I.

[6]) Mycetozoen.

[7]) Das Plasmodium, PRINGSH. Jahrb. III.

[8]) *Dictyostelium mucoroïdes* und Schimmelpilze, Heft VI.

[9]) BRASS schildert das genauere Verhalten des Kernes in folgender Weise: Nachdem sich der Kern eine Zeit lang, und zwar verhältnissmässig schnell, amoeboïd bewegt hat (Fig. 4, IV a b c), nimmt er definitive bisquitförmige Gestalt an (d e); es treten dann 1—2 Vacuolen in ihm auf, die dann wieder verschwinden; endlich sieht man in der Mitte der Bisquitfigur eine scheinbar feinkörnige, hellere Platte auftreten (f), die endlich, nachdem sie sich etwas in Richtung der Kernachse gestreckt, in der Mitte durchreisst. Die jungen Kerne zeigen nun auch etwas amoeboïde Bewegungen, wobei die Reste der Mittelplatte schwinden. Nach einiger Zeit rücken die Kerne aus einander (g). Die umgebende Plasmamasse schnürt sich nun auch der Lage der Kerne entsprechend ein (g).

[10]) Ueber Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen (Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 38. pag. 388. Fig. 13—20 auf Tafel XIX).

Digitized by Google

bei einer wahrscheinlich zu den Monadinen gehörigen Amoebe beobachtet (F. 4, I—III). Bei der vielkernigen *Leptophrys vorax* geht etwa die Hälfte der Kerne in die eine, die andere Hälfte in die andere Tochteramoebe über.

An den Theilungsstadien von *Leptophrys vorax* (Fig. 4, VII) habe ich immer den Eindruck bekommen, als ob der Theilungsakt nicht der Ausdruck einer morphologischen und physiologischen Nothwendigkeit sei, sondern vielmehr eine zufällig gewaltsame Zerreissung vorliege, veranlasst dadurch, dass die beiden Enden des stark gestreckten Körpers sich energisch nach zwei verschiedenen Richtungen bewegen, bis ihr Zusammenhang nicht länger möglich ist. Die Theilhälften sind daher keineswegs immer, sondern nur zufällig einmal gleich, auch die Kernzahlen, wie es scheint, ungleich. Uebrigens fliesst auch, sobald die eine Hälfte einmal geringere Energie der vorwärts strebenden Bewegung entwickelt, das Plasma derselben ganz oder theilweis zur andern zurück und die Trennung unterbleibt, wenigstens für kürzere oder längere Zeit.

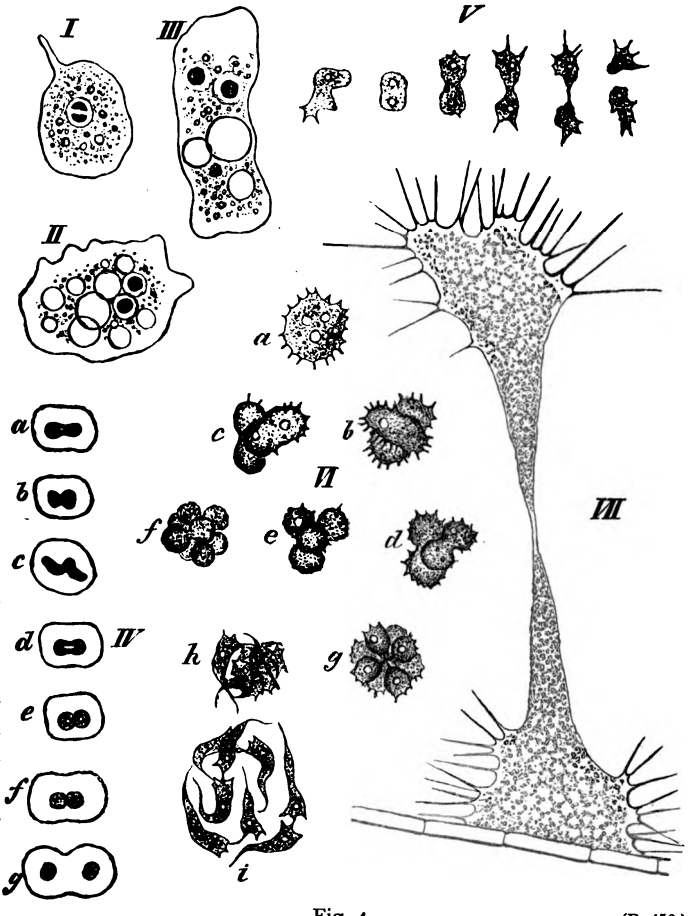


Fig. 4. (B. 450.)

Theilungsstadien von Amoeben und deren Kernen. I u. II. Kerntheilung bei durch Alkohol abgetödteten und mit Pikrocarmin gefärbten Individuen einer nicht näher bestimmbaren Amoebe (nach GRUBER). Bei I ist der von hellem Plasmahofe umgebene Kern (von GRUBER als Kernkörperchen gedeutet) bereits getheilt, aber die Tochterkerne noch dicht bei einander liegend, in Fig. II haben sich die Tochterkerne abgerundet und mit hellem Plasmahof umgeben. III 740fach. Eine ähnliche Amoebe lebend, mit 2 Tochterkernen (n. d. Nat.). Die Kreise sind Vacuolen. IV Theilungsvorgänge am Zellkern von *Pseudosporidium Brassianum* nach BRASS. V Theilungsphasen einer Amoebe von *Polysphondylium violaceum* BREF. (nach BREFELD). VI 320fach. Eine Amoebe von *Ceratium hydnoïdes* (a), eben der Spore entschlüpft, mit den successiven Stadien wiederholter Zweitheilung (b—i). Sie führt zur Bildung von 8 Zoosporenform annehmenden Körperchen (i) (nach FAMINTZIN und WORONIN). VII 400fach. Amoebe von *Leptophrys vorax* (CIENK.) im letzten Stadium der Theilung: die eine Hälfte strebt energisch nach der einen, die andere nach der entgegengesetzten Seite; a Algenfaden, an dem sich die eine Hälfte angeschmiegt hat. Die scheinbaren Vacuolen in dem verbreiterten Theile des Plasmakörpers sind *Paramylum*-Körner (n. d. Nat.).

In Rücksicht auf die oft massenhafte Anhäufung der Amoeben liegt die Ver-

Digitized by Google

muthung nahe, dass sich die Zweitheilung durch mehrere, vielleicht viele Generationen hindurch wiederholen kann. Auf direktem Wege lässt sich dieser Nachweis bei den meisten Mycetozoen sehr schwer führen, aus Gründen, die bereits bei Besprechung der Schwärmertheilung hervorgehoben wurden. Allein es sind doch einige Mycetozoen bekannt, bei denen der direkte Nachweis unschwer erbracht werden kann, nämlich: *Ceratium hydnoïdes* und *porioïdes*. Wie FAMINTZIN und WORONIN in Wort und Bild darlegten, bleiben nämlich die Tochter-Amoeben erster Generation bei einander liegen, bilden durch Zweitheilung eine zweite und auf demselben Wege eine dritte Generation, so dass aus der ursprünglichen Amoebe 8 später schwärmfähig werdende Amoeben entstehen (Fig. 4, VI). Bei dieser successiven Theilung erfolgt zugleich eine continuirliche Grössenabnahme, ein Moment, das vielleicht in dieser Ausdehnung bei anderen Mycetozoen nicht wiederkehrt, weil die Amoeben vor jeder weiteren Theilung durch Nahrungsaufnahme Vergrösserung ihres Körpers erfahren.

Was die Bedingungen für die Zweitheilung der Amoebenzustände anlangt, so scheinen sie nach den Arten zu schwanken. Bei manchen Mycetozoen müssen die Amoeben erst eine gewisse Grösse erreicht, oder ein gewisses Quantum von Nährmaterial aufgespeichert haben. So sind z. B. nach BREFELD die sehr kleinen, jugendlichen Amoebenzustände von *Dictyostelium mucoroïdes*, wie sie eben der Spore entschlüpft sind, zur Theilung unfähig; wogegen die grossen Amoeben von *Ceratium* nach FAMINTZIN und WORONIN unmittelbar nach ihrer Geburt Theilungen eingehen. Auch bei *Leptophrys vorax* habe ich immer nur grosse, gut genährte Amoeben-Exemplare in Theilung beobachtet. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind auch äussere Agentien, wie Temperatur, Sauerstoffzutritt, Concentration des Mediums etc. von Einfluss auf die Zweitheilungs-Fähigkeit; doch fehlen hierüber noch besondere Beobachtungen und Experimente.[1])

C. Nahrungsaufnahme.

Vermöge ihrer Grösse und vermöge der Bildung von Pseudopodien sind die Amoeben, den Schwärmern gegenüber, nicht bloss zu reichlicherer Nahrungsaufnahme befähigt, sondern, auch zur Aufnahme grösserer, fester Körper.

Sie benutzen die Pseudopodien gewissermaassen als Fangarme, indem sie dieselben auf den aufzunehmenden Körper zutreiben und letztere mittelst derselben umfliessen. Ist der betreffende Körper möglichst allseitig umflossen, so contrahiren sich die Pseudopodien und der Fremdkörper gelangt so in den Plasmaleib hinein. Bei *Diplophysalis stagnalis* und *Nitellarum* spinnen sich die Pseudopodien oft in sehr lange, dünne Fäden aus, die von einem Chlorophyllkorn zum andern reichen und diese Nahrungstheile allmählich heranlootsen, bis sie in den Amoebenkörper eintauchen. Die Amoeben der parasitischen Monadinen, die sich des Inhalts der Wirthszellen bemächtigen, durchbohren erst deren Membran, indem sie mittelst eines dicken Pseudopodiums sich an dieselbe heransetzen und sie an einer eng umschriebenen Stelle, wahrscheinlich durch Ausscheidung eines Ferments, auflösen, ein Process, der sich z. B. bei *Vampyrella Spirogyrae* in wenigen Sekunden vollziehen kann. Dann erst treiben sie von dem nunmehr ins Innere reichenden dicken Pseudopodium feinere und längere Pseudopodien, die Chlorophyll, Stärke, Zellkerne etc. heranholen. Das Heranziehen erfolgt bei manchen Arten, wie z. B.

[1]) In Bezug auf letzteren Punkt giebt übrigens FAYOD an, dass der Theilungsprocess der Amoeben von *Copromyxa protea* sich nur in verdünnter, rein gebliebener Flüssigkeit (Mistdecoct) gut und reichlich abspielt.

Digitized by Google

bei Vampyrellen, mitunter schnell, mit einem einzigen Ruck, so dass oft der ganze Inhalt der Wirthszelle auf einmal in den Amoebenkörper hineingezogen wird, wie auch schon früher CIENKOWSKI und neuerdings KLEIN beobachteten.

Dass durch reichliche Aufnahme fester, namentlich gefärbter Nahrung die Structur des Amoebenkörpers verdeckt und ein Studium derselben gänzlich unmöglich werden kann, ist selbstverständlich, und für die Vampyrellen die *Pseudospora*-Arten etc. nur zu wohl bekannt. Dieser Uebelstand lässt sich jedoch für gewisse Monadinen dadurch beseitigen, dass man die Amoeben zwingt, ihre Ingesta auszustossen, was mittelst besonderer Methode, die ich seit längerer Zeit anwende, mit Sicherheit gelingt.[1]) Gewisse Monadinen Amoeben stossen übrigens die unverdaulichen Nahrungsreste schon von selbst aus, ohne dass man zu künstlichen Mitteln seine Zuflucht zu nehmen braucht *(Gymnococcus Fockei* ZOPF).

In Folge fortgesetzter Ernährung vergrössern sich die Amoeben im Laufe der Zeit ums Mehr- bis Vielfache, wie man namentlich für die Monadinen (z. B. *Diplophysalis stagnalis, Pseudospora parasitica* und andere Pseudosporen, *Gymnococcus Fockei,* Vampyrellen etc.) leicht constatiren, aber auch bei höheren Mycetozoen (z. B. *Dictyostelium mucoroïdes)* nachweisen kann. Dabei findet auch ein Wachsthum der Kerne statt, sowie meistens Vergrösserung und Vermehrung der Vacuolen.

D. Bewegungsart.

Die Locomotion der Amoeben wird bei der überwiegenden Mehrzahl der Mycetozoen ausschliesslich in der Weise bewirkt, dass das Hyaloplasma entweder nach einer Seite hin Pseudopodien entwickelt und auf der andern Seite solche einzieht, oder in der Weise, dass an einer Stelle die Hyaloplasmamasse einen mehr oder minder breiten, körnchenlosen Saum vorschiebt (Fig. 3 II). Bei grossen Amoeben, wie denen von *Leptophrys vorax* (CIENK.) findet man häufig beide Modi combinirt. Eine sehr eigenthümliche Locomotionsweise hat FAYOD[2]) bei *Copromyxa protea* (FAY.) beobachtet. Dieselbe besteht in einem eigenthümlichen Vorschnellen der Amoeben ums Zwei- bis Vierfache ihrer Körperlänge unter plötzlicher, aber auch schnell wieder verschwindender Abrundung des Körpers. Er beobachtete diese sonderbare, an das Hüpfen von Chytridiaceen-Schwärmern erinnernde Erscheinung nur am Rande des Nährtropfens oder in Condensationströpfchen des Culturapparates.

E. Verbreitung der Amoebenform.

Unter den höheren Mycetozoen ist die Amoebenform überall vorhanden, und wenn der bezügliche Nachweis auch noch nicht für jede einzelne Gattung geführt worden ist, so giebt uns doch die sonstige Analogie in der Entwicklungsweise genügenden Anhalt für jene Annahme.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Monadinen. Hier giebt es ein paar Gattungen, die den *Monadineae zoosporeae* angehören, wo nach den bisherigen Untersuchungen ein Mangel der Amoebenform anzunehmen ist, und zwar sind dies die Gattungen *Colpodella* und *Mastigomyxa.*

F. Verhältniss der Amoebenform zur Zoosporenform.

Schwärmerstadium und Amoebenzustand stehen bei allen Schwärmer producirenden Mycetozoen in genetischen Beziehungen zu einander, und zwar in der

[1]) Man sehe: Verhalten gegen Sauerstoff.

[2]) Ein Beitrag zur Kenntniss niederer Myxomyceten. Bot. Zeit. 1883. pag. 171.

Digitized by Google

Regel in dem Sinne, dass die Amoebenbildung unmittelbar auf die Schwärmsporenbildung folgt, als Ausdruck einer vorschreitenden Entwicklung. Nur bei wenigen Arten wurde auch das umgekehrte Successionsverhältniss beobachtet und zwar für *Ceratium hydnoïdes* und *C. porioïdes* von FAMINTZIN und WORONIN, für *Pseudospora parasitica* von mir. Doch dürfte dasselbe auch bei anderen Mycetozoen vorkommen, wenn auch nur unter besonderen Ernährungsbedingungen. Für die genannten *Ceratium*-Arten liegen folgende Beobachtungen vor: Die Spore keimt zu einer Amoebe (Fig. 4, VIa) aus. Letztere theilt sich zunächst in 2 (b c), dann in 4 (d e) und endlich in 8 Zellen (f g), die, zunächst maulbeerartig zusammenliegend, sich später trennen und Geisseln erhalten (h i). So entstehen aus der ursprünglichen Amoebe 8 Schwärmer, welche sich nachträglich wieder zu Amoeben entwickeln. Bei *Pseudospora parasitica* werden die aus der Spore oder der Zoocyste hervorgegangenen Schwärmer zu Amoeben, diese können dann unter gewissen Nährverhältnissen wieder zur Schwärmerbildung zurückgehen (und zwar ohne vorherige Theilung) und an dem Schwärmstadium wieder in den Amoebenzustand eintreten. Bezeichnen wir das Amoebenstadium mit A, das Schwärmerstadium mit S, so ist die Aufeinanderfolge nach dem jetzigen Stande der Kenntnisse entweder S. A. oder A. S. A. oder S. A. S. A.

G. Vorkommen der Amoebenform bei andern Organismen.

Die Fähigkeit, Amoebenzustände zu erzeugen, kommt keineswegs den Mycetozoen allein zu. Wir finden vielmehr dieses Entwickelungsstadium sowohl bei einer bedeutenden Anzahl typischer Thiere, als bei einigen wenigen typischen Pflanzen. Unter jenen sind es die Rhizopoden und zwar die Untergruppen der Amoebiden, Monothalamien und Heliozoen; unter den letzteren gewisse einfach organisirte Pilze aus der Gruppe der Algenpilze (Phycomyceten), und zwar gehören dieselben der Familie der Chytridiaceen an. Einen ausgeprägt amoeboiden Zustand besitzen z. B. *Reesia amoeboïdes* FISCH[1]), *Olpidiopsis Saprolegniae* FISCHER und Repräsentanten von *Woronina* und *Rozella*[2]). Nach eigenen Untersuchungen[3]) kommt ein amoebenartiger Zustand auch bei einer *Rhizidiee* und zwar bei *Amoebochytrium* vor, wo selbst die Kerne stark amoeboïden Charakter tragen.

3. Plasmodienstadium[4]).

Die vegetativen Zellen der Mycetozoen, soweit sie durch das Amoebenstadium repräsentirt werden, haben die eigenthümliche Tendenz, Coenobien zu bilden, welche nackte Plasmamassen darstellen und darum seit CIENKOWSKI als Plasmodien bezeichnet werden. Sie können auf zwei verschiedenen Wegen entstehen: erstens durch blosse Aneinanderlagerung (Aggregation) der Amoe-

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Chytridiaceen. Erlangen 1884.

[2]) FISCHER, Ueber die Stachelkugeln in den Saprolegniaschläuchen. Bot. Zeit. 1880 und Untersuchungen über die Parasiten der Saprolegnien. PRINGSH. Jahrb. 1882. Bd. XII.

[3]) Zur Kenntniss der Phycomyceten. Nova Acta der Leopold. Akademie. Bd. 47.

[4]) Literatur. Hauptschriften: DE BARY, Die Mycetozoen, pag. 35—54 und 86—92. — CIENKOWSKI, Das Plasmodium (PRINGSH. Jahrb. III, pag. 400 ff.). — BREFELD, Dictyostelium mucoroïdes, ein neuer Organismus aus der Verwandtschaft der Myxomyceten (Abhandl. der Senkenb. Gesellschaft, Bd. VII, 1869). — KLEIN, Vampyrella, ihre Entwickelung und systemat. Stellung (Bot. Centralblatt. Bd. XI, 1882). — BREFELD, Schimmelpilze, Heft VI: Polysphondylium violaceum — VAN TIEGHEM, Sur quelques Myxomycètes a plasmode agrégé. Soc. bot. de France 1880, pag. 317.

Digitized by Google

ben und zweitens durch Concrescenz oder Fusion dieser Zustände, ein Prozess der sich des Näheren dadurch charakterisirt, dass Hyaloplasma mit Hyaloplasma verschmilzt, Körnchenplasma mit Körnchenplasma sich vereinigt, die Kerne aber getrennt bleiben. Plasmodien ersterer Art könnte man als Pseudoplasmodien oder Aggregatplasmodien, Plasmodien letzterer Art als echte Plasmodien oder Fusionsplasmodien bezeichnen. Bei der Bildung von Pseudoplasmodien bleibt augenscheinlich die Individualität der einzelnen

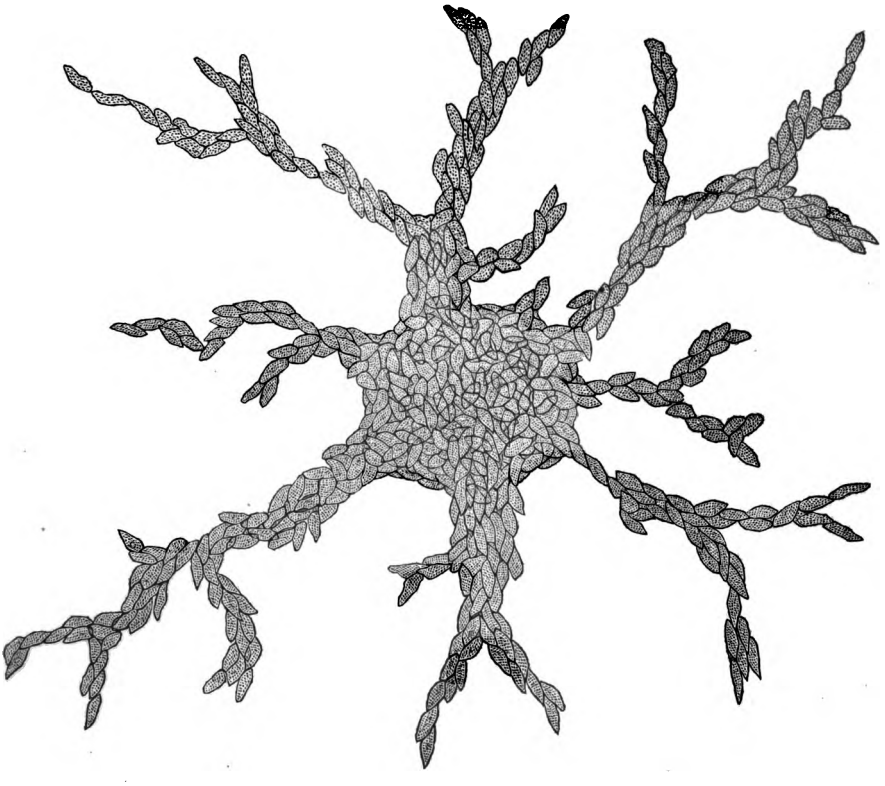


Fig. 5. (B. 451.)

540:1 *Pseudoplasmodium* von *Dictyostelium mucoroïdes* BREF. halb schematisirt, um die Zusammenlagerung der Amoeben deutlicher hervortreten zu lassen.

vegetativen Zelle gewahrt, bei der Bildung der Fusionsplasmodien aber wird sie aufgehoben und das Plasmodium selbst auf die Stufe eines im gewissen Sinne individualisirten Körpers gehoben.

Der Aggregationsvorgang kann, wie BREFELD ganz richtig betont, nicht wohl als Sexualact aufgefasst werden. Aber selbst auch für die Fusion wird man einen sexuellen Vorgang nicht annehmen dürfen und zwar in Rücksicht auf den massgebenden Umstand, dass eine Verschmelzung der Kerne, wie sie sonst bei sexuellen Prozessen im Pflanzen- und Thierreiche stattfindet, hier bestimmt unterbleibt.

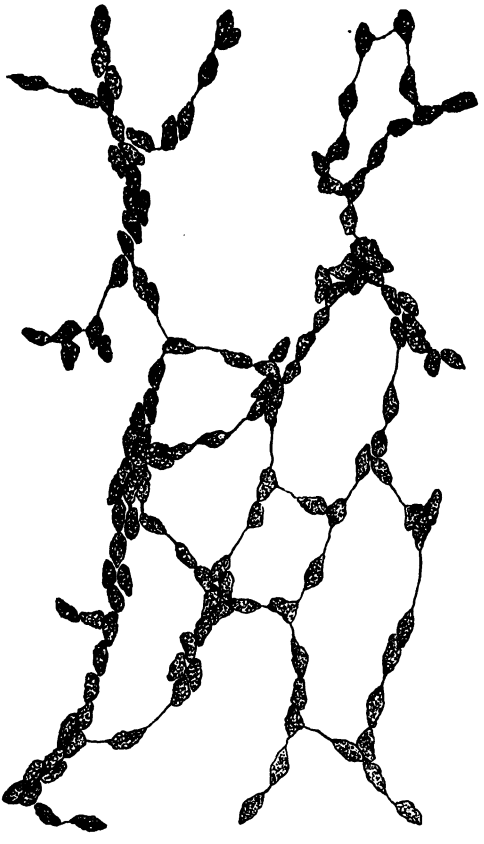
1. Das Pseudoplasmodium oder Aggregatplasmodium.[1])

Die Bildung von Pseudoplasmodien wurde bisher nur für die höheren Mycetozoen nachgewiesen und zwar für die Familien der Dictyosteliaceen *(Di-*

[1]) Plasmode agrégé bei VAN TIEGHEM l. c.

Digitized by Google

ctyostelium mucoroïdes, Acrasis granulata, Polysphondylium violaceum) und Guttulineen, wo der Prozess nach BREFELD's, CIENKOWSKI's und VAN TIEGHEM's Untersuchungen folgendermassen vor sich geht: Eine Anzahl von Amoeben kriecht nach einem Punkte hin zusammen, durch Neben- und Uebereinanderlagerung ein kleines Häufchen formirend. Letzteres wird gewissermaassen zu einem Attractionscentrum für andere Amoeben der Cultur. Sie wandern demselben zu, mehr oder minder geschlossene, unregelmässige Stränge mit convergirender Richtung bildend (Fig. 5) und endlich zu einem grossen, unregelmässigen, sich mehr oder weniger abrundenden Haufen zusammenkriechend. In diesem lassen sich die einzelnen Amoeben meist erst nach Anwendung von Druck deutlich unterscheiden. Sie scheinen selbst durch ihre peripherischen Hyaloplasmaschichten nicht in Verbindung zu treten. Sehr charakteristisch für solche Aggregatplasmodien gegenüber den Fusionsplasmodien ist der transitorische Charakter dieser Bildungen, der sich darin ausspricht, dass der Amoebenhaufe nach seiner Bildung sofort zur Fructification vorschreitet, also eine vegetative, in Locomotion und Nahrungsaufnahme sich documentirende Selbstständigkeit nicht aufweist.



(B. 452.) Fig. 6.
700fach. Stück eines von einem wasserbewohnenden Mycetozoum stammenden Pseudoplasmodiums. Die aus ein- bis mehrreihig geordneten Amoeben bestehenden Stränge stellen infolge von Anastomosenbildung ein Netz dar.

Eine Art Pseudoplasmodienbildung habe ich neuerdings auch bei einem anderen Mycetozoum gesehen, das von Prof. ENGLER an schwimmenden Korken in einem Seeaquarium zu Kiel beobachtet wurde[1]). Wie man aus beistehender Figur 5 ersieht, sind die Amoeben theils durch feine längere oder kürzere Fäden von Hyaloplasma mit einander verbunden. Die Anordnung der Amoeben ist derartig, dass meist verzweigte und Anastomosen bildende Stränge entstehen. (Ueber die systematische Stellung des Objects lässt sich kein Urtheil fällen, da mir die Fructifikation unbekannt blieb[2]). In den Plasmodien desselben scheint gewissermaassen eine Uebergangsform gegeben zu sein vom Aggregatplasmodium

[1]) Herr Prof. ENGLER hatte die Güte, mir ein schönes Plasmodium-Präparat desselben zur Verfügung zu stellen, das ich zu nebenstehender Abbildung benutzte.

[2]) Ein ähnliches Object hat übrigens CIENKOWSKI bereits beobachtet und in seiner Arbeit über das Plasmodium (PRINGSHEIM's Jahrbücher III) abgebildet.

Digitized by Google

zum Fusionsplasmodium, insofern, als das Hyaloplasma benachbarter Amoeben an einzelnen Punkten fusioniren und so feine Verbindungsfäden bilden kann.

2. Fusionsplasmodium.

A. Vorkommen.

Im Gegensatz zum Pseudoplasmodium erfreut sich das Fusionsplasmodium eines ziemlich weiten Verbreitungskreises. Es ist nämlich für fast alle Gattungen der höheren Mycetozoen bekannt geworden, namentlich durch FRIES', DE BARY's und Anderer Beobachtungen; ja selbst im Bereich der niederen Mycetozoen tritt es auf, wie CIENKOWSKI an *Protomonas amyli* und *Enteromyxa paludosa*, HAECKEL für *Protomyxa aurantiaca*, KLEIN und der Verfasser für Vampyrellen und *Leptophrys vorax* constatiren konnten. Ob es in der letztgenannten Gruppe ausschliesslich oder neben dem Aggregat-Plasmodium vorhanden, müssen weitere Untersuchungen lehren.

B. Entstehungsmodus.

Die Art und Weise, wie die Fusionsplasmodien entstehen, ward zuerst durch die Untersuchungen CIENKOWSKI's genauer dargelegt und zwar sowohl für Eumycetozoen, als für eine Monadinee.

Was die ersteren betrifft, so ergaben die Beobachtungen an *Chondrioderma difforme* (PERS.) (= *Didymium Libertianum* DE BARY), *Physarum leucopus* (LINK) und *Perichaena corticalis* (BATSCH) (= *Licea pannorum* CIENK.) Folgendes:

Die nach reichlicher Aussaat reinen Sporenmaterials im Tropfen des Objectträgers ausgekeimten Schwärmer vermehren sich zunächst lebhaft durch Zweitheilung. Vom zweiten bis dritten Versuchstage an werden die Theilungen seltener und die Zoosporen gehen ins Amoebenstadium über. Die bisher im Wassertropfen zerstreuten Amoeben treten nun zu zwei, drei oder mehreren bis vielen in Gruppen zusammen (Fig. 7, I, III). Sie gleiten dicht an einander oder über einander her, oder bleiben längere Zeit bewegungslos in Berührung, entfernen sich nicht selten von einander, um bald abermals zusammenzutreten oder sich anderen Gruppen anzuschliessen. Nach langem erfolglosen Suchen gelingt es, zwei sich aneinanderlegende Amoeben (Fig. 7, I) in eine (Fig. 7, II) verschmelzen zu sehen. Im Laufe der Beobachtung stösst man vielfach auf Gruppen von 2 bis 3 Amoeben, die unter den Augen des Beobachters in einen Körper verschmelzen. Vor dem Zusammenfliessen konnte man an ihnen deutlich den Nucleus und die contractile Vacuole wahrnehmen, sobald aber die Vereinigung zu einem Körper erfolgt, war an dem letzteren der Nucleus nicht mehr deutlich, wohl aber waren Vacuolen zu sehen. Auf diese Weise entstehen nun grössere amoebenartige Körper, Myxamoeben (Fig. 7, V), welche sich durch grössere Dimensionen vor den Amoeben auszeichnen. Sie bewegen sich überdies wie Amoeben und wenn sie auf ihrer Wanderung mit letzteren oder mit anderen Verschmelzungsprodukten zusammenkommen, kleben sie an diese an und verschmelzen mit ihnen. In den Inhalt der Myxamoeben werden bald fremde Körper, wie Mycetozoen-Sporen, Stärkekörnchen, Pilzzellen, aufgenommen (Fig. 7, V) und in Vacuolen eingeschlossen. Ausserdem bemerkt man, dass in der Plasmamasse stellenweise schon das bekannte Fliessen der Körnchen sich einstellt.

Durch das Zusammenfliessen dieser Myxoamoeben, die sich selbst schon wie Plasmodien verhalten, entstehen schliesslich etwa am 4. bis 6. Tage ein oder mehrere grössere Plasmodien, welche nun nicht mehr den Habitus von Amoeben, sondern von baumartig verzweigten Körpern oder Netzen annehmen (Fig. 7, VI).

Digitized by Google

dinen eine mehr zufällige Erscheinung zu sein, die nur dann und wann eintritt und für die Cystenbildung keine nothwendige Voraussetzung bildet. Einen Anhalt hierfür giebt die von mir für *Leptophrys vorax* constatirte Thatsache, dass die Amoeben, die ich aus der Cyste hatte austreten sehen und continuirlich bis zu ihrer Encystirung erfolgte, keine Verschmelzung mit anderen Amoeben eingingen. Eben so wenig traten die Amoeben, die ich durch Theilung einer grösseren hervorgehen sah, und die gleichfalls einer continuirlichen Beobachtung unterworfen wurden, mit anderen zusammen und doch bildeten sie schliesslich Zoocysten.

Ferner ist es mir nie gelungen, an Amoeben derselben Vampyrellen-Art (z. B. *V. pendula),* die ich oft in demselben Tropfen zu mehreren bis vielen beisammen hatte, oder an Amoeben von *Diplophysalis stagnalis,* die in einem grossen Nitellenschlauche in solcher Unmenge vorkommen, dass sie sich auf ihren Wanderungen häufig berühren, auch nur einen einzigen Verschmelzungsprozess zu beobachten, und auch andere Beobachter, wie CIENKOWSKI (l. c.), HERTWIG und BRASS (l. c.) äussern sich, bezüglich der Vampyrellen wenigstens, in demselben Sinne.

Uebrigens können sich durch reichliche Nahrungsaufnahme die Amoeben bedeutend vergrössern, wie schon HÄCKEL vermuthete und durch Fütterung isolirter Amoeben von *Protomyxa aurantiaca* direkt nachwies. Es ist hiernach wahrscheinlich, dass z. B. Vampyrellen-Amoeben dieselbe Grösse erreichen können, wie Produkte eventueller Verschmelzung, und so ein Aequivalent des Plasmodiums bilden, das auch äusserlich demselben ganz ähnlich ist und nur durch die Kernzahl sich unterscheiden dürfte. Während also bei den höheren Mycetozoen die Fähigkeit zur Plasmodienbildung bereits überall zur Constanz gelangt ist, finden wir sie bei den Monadinen noch als inconstante Eigenschaft, ja für die einfachsten Formen glaube ich annehmen zu dürfen, dass sie überhaupt noch nicht zur Plasmodienbildung befähigt sind.

C. Struktur.

a) Wesentliche Theile.

Wir können an dem Fusionsplasmodium unterscheiden 1. die Grundsubstanz, 2. das Körnchenplasma, 3. Kerne.

Die Grundsubstanz, die wie wir sahen, durch Verschmelzung des Hyaloplasmas der Amoeben entsteht, bildet natürlich, wie dieses, eine vollkommen homogene Masse, welche zugleich die Hauptmasse des Plasmodienkörpers darstellt. In ihr finden sich in mehr oder minder grosser Anzahl Vacuolen von verschiedener Grösse, die in der Regel nicht den Charakter von contractilen Vacuolen tragen.

Das Körnchenplasma wird repräsentirt von der Gesammtsumme der Plasmakörnchen, die in den zur Fusion gelangenden Amoeben vorhanden waren Diese Körnchen schmelzen also bei der Plasmodienbildung nicht etwa zusammen, gröbere Körner oder Tropfen bildend, sondern sie lagern sich nur neben einander. In Folge von Assimilation der vom Plasmodium aufgenommenen Nahrung erfährt selbstverständlich ihre Zahl mehr oder minder erhebliche Vergrösserung.

Nach REINKE's Annahme besteht die Plasmamasse der Plasmodien *(Aethalium septicum)* aus 2 Substanzen, einer abpressbaren Flüssigkeit, dem Enchylema und einer festeren Substanz, der Gerüstsubstanz. Letztere stellt, wie REINKE annimmt, die oberflächliche Hautschicht des Plasmaleibes dar und durchsetzt den

Digitized by Google

letzteren nach allen Richtungen hin, wobei seine Balken netzartig anastomosiren. Dieses Gerüst ist überdies in allen seinen Theilen contractil und plastisch und in seinen Maschen mit Enchylema erfüllt, ähnlich wie die Maschen eines Badeschwamms mit Wasser.

Man hielt lange Zeit die echten Plasmodien für kernlos, weil man zwar nicht leugnete, dass ihre Componenten, die Amoeben, kernbegabt sind, aber doch annahm, dass bei der Fusion die Kerne derselben aufgelöst würden, bis SCHMITZ[1]) und STRASSBURGER[2]) für höhere Mycetozoen den Nachweis lieferten, dass sie zahlreiche Kerne besitzen, ein Factum, das man durch Anwendung der bekannten Färbungsmethoden leicht bestätigen kann (Fig. 7, VII). Die Kerne sind in der Regel ähnlich wie bei den Amoeben, umgeben von einem schmalen, kreisrunden Hyaloplasmahof, der dadurch zu Stande kommt, dass die Körnchen des Plasmas sich stets in einiger Entfernung vom Kern lagern. Manche Beobachter scheinen daher den hellen Hof mit zum Kern zu rechnen und den eigentlichen Kern als Kernkörperchen anzusehen. Dass beim Wachsthum der Plasmodien in Folge von Nahrungsaufnahme nachträglich die Zahl der Kerne in Folge von Zweitheilung eine Vermehrung erfährt, lässt sich mit ziemlicher Sicherheit annehmen.

Ich selbst habe auch für die Plasmodien niederer Mycetozoen den Kernnachweis führen können und zwar für *Leptophrys vorax*. Hier sind schon die Amoeben mehr- bis vielkernig, bei der Fusion muss also immer ein vielkerniges Produkt entstehen.

Die früher lebhaft discutirte Frage, ob die Fusionsplasmodien mit Membran begabt seien — oder nicht, ist durch CIENKOWSKI's Untersuchungen[3]) längst in letzterem Sinne erledigt.

b) Accessorische Inhaltsbestandtheile.

α. Kohlensaurer Kalk.

Im Plasma der Fusionsplasmodien gewisser höherer Mycetozoen kommen, wie bereits DE BARY[4]) anführt, körnerartige Einschlüsse von stark lichtbrechender Beschaffenheit vor, die aus kohlensaurem Kalk bestehen. Von ihrer Gegenwart kann man sich leicht überzeugen bei Physarcen (z. B. *Aethalium septicum [Fuligo varians])* und bei Didymiaceen (z. B. *Chondrioderma difforme)* etc. Frei von dergleichen Einschlüssen aber sind die Plasmodien der Trichiaceen, Arcyriaceen *(Arcyria, Lycogala)*, Stemoniteen und Cribrarieen. Während der Wanderung kann der kohlensaure Kalk zum Theil ausgeschieden werden in Form von Körnern oder Krystallen, wie ich z. B. an manchen Didymien beobachtete.

Im Plasmodienkörper niederer Mycetozoen scheint kohlensaurer Kalk in krystallinischer Form nicht beobachtet zu sein.

Kalkoxalat, das, wie früher erwähnt, in Amoeben gewisser Monadinen vorhanden ist, ward bisher weder für Monadinen noch für Eumycetozoen in Plasmodien nachgewiesen.

β. Paramylum.

Die durch Verschmelzung von *Paramylum*-führenden Amoeben entstehenden Fusionsplasmodien von *Leptophrys vorax* (CIENK.) sind natürlich gleichfalls paramylumreich.

---

[1]) Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Bonn 1879.

[2]) STRASSBURGER, Zellbildung und Zelltheilung. III. Aufl., pag. 79.

[3]) Das Plasmodium. PRINGSHEIM's Jahrbücher III, pag. 413.

[4]) Mycetozoen. pag. 53.

Digitized by Google

γ. Farbstoffe.

In den Plasmodien einer grossen Anzahl von höheren und niederen Mycetozoen kommen eigenthümliche Pigmente vor, wie es den Anschein hat, immer in gelöster Form, entweder in Form von feinen Tröpfchen oder (bei kalkführenden Individuen) als Ueberzug der Kalkkörner. (Näheres über Vorkommen und Natur dieser Pigmente im physiologischen Theile).

D. Form und Grösse.

Während die Fusionsplasmodien, wie bereits erwähnt, im Jugendzustande das Ansehen von grossen Amoeben (Myxamoebenphase) tragen (Fig. 7, V), nehmen sie im Alter meist die Form vielfach verzweigter, gewöhnlich strauchartig oder netzartig configurirter Körper an (Fig. 7, VI). Das ist wenigstens bei der Mehrzahl der höheren Mycetozoen der Fall, bei den Monadinen aber bleiben sie mit wenigen Ausnahmen *(Protomyxa aurantiaca)* auf der Formstufe der Myxamoebe stehen. Nach der Randregion zu, die bei der Bewegung dem Vorderende entspricht, werden die Verzweigungen des Plasmods gewöhnlich zahlreicher und kürzer, ihre Form breiter, flächenartig und die Anastomosenbildung reicher (so bei Didymien, *Aethalium (Fuligo varians)*, *Physarum*-Arten, *Leocarpus*, *Diachea* etc.). In dem Masse, als das Plasmod vorwärts kriecht, werden an den Bewegungskanten neue Plasmafortsätze getrieben und dafür weiter hinten liegende Aeste und Anastomosen eingezogen. Einen wesentlich anderen Habitus zeigen die Fusionsplasmodien von *Lycogala epidendrum*. Hier stellen sie nach DE BARY unregelmässig cylindrische, oft eingeschnürte und varicös angeschwollene, meist stumpf endigende Körper dar, die unverzweigt oder mit nur kurzen, oft zu engen Netzmaschen verbundenen Zweigen versehen sind.

Was die Dimensionen der Fusionsplasmodien betrifft, so sind diese nach Gruppen, Arten und Individuen sehr variabel. Diejenigen der niederen Mycetozoen erscheinen im Allgemeinen von mikroskopischer Kleinheit; doch besitzen *Leptophrys vorax* (CIENK.), *Enteromyxa paludosa* CIENK. und *Protomyxa aurantiaca* HAECKL. schon mit blossem Auge wahrnehmbare Plasmodien, wenn dieselben auch immerhin nur als Punkte erscheinen. In der Gruppe der höheren Mycetozoen erlangen die Plasmodien grössere Dimensionen. Bei *Chondrioderma difforme* (PERS.), *Physarum virecens*, *Diachea elegans* und *Leocarpus vernicosus* bedecken sie das Substrat häufig auf mehrere Quadratcentim. oder werden selbst bis handbreit und darüber. Doch kommen unter weniger günstigen Verhältnissen bei eben diesen Arten auch sehr winzige, makroskopisch kaum wahrnehmbare Plasmodien vor. Die grössten Plasmodien sind wohl stets das Fusionsprodukt vieler kleineren.

E. Bewegungsfähigkeit.

Den Plasmodien wohnt die schon den alten Botanikern bekannte Fähigkeit inne, Ortsveränderungen auszuführen. Sie ist in der Contractilität des Hyaloplasmas begründet. Dieses allein bewegt sich activ, das Körnchenplasma wird nur passiv mitgeführt. Zwar scheint es mitunter, als ob das Körnchenplasma in entgegengesetzter Richtung fliesse, allein in Wirklichkeit ist diese Richtung inducirt von der Vorwärtsbewegung des Hyaloplasmas an einer entfernten Stelle des Körpers, die man in dem Augenblicke nicht beachtet, oder die nicht im Gesichtsfelde liegt.

(Ueber die Agentien, welche die Plasmodienbewegung beeinflussen oder bedingen, siehe den physiol. Theil.)

Digitized by Google

F. Theilungsfähigkeit und Theilbarkeit.

Dass Plasmodien fähig sind, sich zu theilen, kann man leicht für die Eumycetozoen durch direkte Beobachtungen feststellen, die an Didymien und *Chondrioderma difforme* gemacht werden. Doch tragen solche Theilungen mehr den Charakter von mechanischer Zerreissung, einzig und allein hervorgerufen durch den Umstand, dass zwei oder mehrere Zweigsysteme energisch nach verschiedenen Richtungen hin kriechen.

In besonders auffälliger Weise tritt diese Erscheinung auf, wenn die Plasmodien sich zur Fructification anschicken, wie man z. B. bei den Physaren, Didymien, Chondriodermen, *Leocarpus*, *Diachea*, Stemoniteen, Cribrarieen, Trichiaceen, Arcyrien, Perichaenen etc. leicht constatiren kann. Auch bei niederen Mycetozoen kommt sie vor, wie KLEIN[1]) für *Leptophrys vorax* (CIENK.) *(Vampyrella vorax)* zeigte.

Höchst bemerkenswerth erscheint ferner die Thatsache der künstlichen Theilbarkeit der Plasmodien, wie sie für die höheren Mycetozoen ja längst bekannt ist und von HAECKEL auch für *Protomyxa aurantiaca* und *Myxastrum radians* in Anwendung gebracht wurde. Die Theilstücke bleiben vollkommen lebensfähig, auch wenn man die Fragmentation ziemlich weit treibt: jedes Theilstück verhält sich des Weiteren wie ein Plasmod, kriecht umher, nimmt Nahrung auf etc.

Hierin liegt, wie mir scheint, ein bestimmter Hinweis, dass das Plasmod morphologisch kein einheitlicher Körper, ein Individuum, eine Zelle ist, sondern vielmehr eine Colonie von Individuen, von Zellen.

G. Nahrungsaufnahme und Abscheidung.

Bei ihren Wanderungen nehmen die Fusionsplasmodien, wie die Zoosporen und Amoeben, feste Nahrungstheile in ihren Körper auf. Dieser Vorgang findet in der Weise statt, dass die hyaloplasmatische Grundsubstanz, in Form von Pseudopodien oder Lappen vorgetrieben, die betreffenden Körper umfliesst. Man sieht später die kleineren Ingesta meistens in Vacuolen eingeschlossen. Im Inneren von Pflanzenkörpern lebende Plasmodien *(Plasmodiophora Brassicae* WORON., holzbewohnende Arten der Eumycetozoen) durchbohren die Zellmembranen, um sich ihre Nahrung zu verschaffen.

Die unverdaulichen Reste der Ingesta kommen früher oder später zur Abscheidung. Man kann dies, wenigstens für höhere Mycetozoen, leicht constatiren, z. B. für *Chondrioderma difforme* (PERS.). Hier hinterlassen die Plasmodienstränge auf dem Substrate zu beiden Seiten des Weges gewöhnlich einen schmutzig braunen Saum, der, aus Resten von Pilzsporen und sonstigen Pflanzentheilchen nebst Kalk bestehend, die Contouren des Plasmodiums in seiner ganzen Ausdehnung ganz exact fixirt.

Dagegen werden z. B. bei *Leptophrys vorax* (CIENK.) und bei Vampyrellen die Ingesta im Plasmakörper zurückgehalten, und selbst nicht zur Zeit der Fructification ausgestossen.

H. Dauer des Zustandes.

Im Gegensatz zu den Aggregatplasmodien, die unmittelbar nach oder selbst noch vor ihrer definitiven Ausbildung zur Fructification übergehen, also nur eine kurze Lebensdauer besitzen, können die Fusionsplasmodien längere Zeit eine

[1]) *Vampyrella*, ihre Entwicklung und systematische Stellung. pag. 10.

Digitized by Google

selbständige Existenz führen, die sich, bei den grösseren Formen, auf mehrere bis viele Tage erstreckt, vorausgesetzt, dass die Atmosphäre hinreichend Feuchtigkeit besitzt und auch sonst die äusseren Bedingungen günstig gestaltet sind. Bei Trockenheit wird die Lebensdauer beträchtlich abgekürzt. Dergleichen Beobachtungen kann man z. B. an den Plasmodien von *Chondrioderma difforme* (PERS.) machen, die man in bedeckten Glasgefässen kultivirt.

I. Vorkommen von Plasmodien bei anderen Organismen.

Die wichtige Frage, ob auch anderen niederen Organismen die Fähigkeit der Plasmodienbildung zukommt, ist gegenwärtig als gelöst zu erachten und zwar im positiven Sinne, zunächst für typische Thiere und zwar für die Sonnenthiere (Heliozoen). A. GRUBER[1]) erbrachte nämlich den bestimmten Nachweis, dass Amoebenzustände von *Actinophrys sol.* unter gewissen Verhältnissen mit einander vollständige Verschmelzung eingehen und so den Fusionsplasmodien analoge Körper bilden können. Im Einzelnen charakterisirt sich dieser interessante, an die Vampyrellen erinnernde Vorgang dadurch, dass zunächst die Pseudopodien bei der Berührung verschmelzen, eine Plasmabrücke zwischen den beiden Individuen bildend, und dass bald darauf ein völliges Zusammenfliessen der Plasmakörper selbst erfolgt, wobei eigenthümlicher Weise auch die beiden Kerne sich vereinigen, einen einzigen Kern bildend. Zu dem Fusionsprodukt kann später noch eine 3. oder 4. Amoebe hinzutreten. (Nach GRUBER sollen bei *Actinophrys sol.* ausnahmsweise auch völlig kernlose Individuen vorkommen, die entweder mit kernbegabten verschmelzen oder unter sich fusioniren, sodass ein kernloses Plasmodium entsteht.)

Aber auch für andere Rhizopoden ist der Nachweis plasmodienartiger Zustände geliefert, so von Seiten HAECKEL's[2]), der für sein *Myxodictyon sociale* die Thatsache constatirte, dass die Amoebenzustände verschmelzen. Doch ist diese Verschmelzung nur eine partielle, insofern nur die Pseudopodien fusioniren, während die Körper getrennt bleiben. Eine solche Bildung würde also dem *Aggregatplasmodium* entsprechen. Hieran schliesst sich HERTWIG's[3]) *Mikrogromia socialis*, wo die Pseudopodien der Amoeben gleichfalls partiell verschmelzen, die Plasmakörper aber getrennt bleiben und dabei beschalt sind.

In der Bildung plasmodienartiger Entwickelungszustände liegt offenbar ein wichtiges, wenn auch bisher noch nicht genügend betontes Moment der Verwandtschaft zwischen Rhizopoden einer- und Mycetozoen andererseits.

Der Annahme, dass auch gewisse typische Pflanzen (es handelt sich hierbei um Chytridiaceen-artige Phycomyceten) Fusionsplasmodien bilden dürften, fehlen noch die genügenden thatsächlichen Unterlagen. Doch sprechen, wie mir scheint, die Beobachtungen FISCHER's[4]) an *Olpidiopsis Saprolegniae* eher für als gegen dieselbe.

II. Die fructificativen Zustände.

Sobald die vegetativen Zustände (Schwärmer, Amoeben, Plasmodien) hinreichende Grösse und Ausbildung erlangt haben, und ihre Existenz aus inneren

[1]) Untersuchungen über einige Protozoen. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 38, 1883, pag. 62: Ueber Verschmelzungsvorgänge bei *Actinophrys sol.* mit Tafel IV.

[2]) Studien über Moneren, pag. 38, Taf. II, Fig. 31—33.

[3]) Ueber *Mikrogromia socialis* (MAX SCHULTZE's Archiv. f. mikr. Anat. Bd. X, Supplement 1874. Vergl. Fig 1—3 auf Taf. I.)

[4]) Untersuchungen über die Parasiten der Saprolegnieen. PRINGSH. Jahrb. 1882, Bd. XII.

Digitized by Google

wie äusseren Gründen nicht mehr möglich erscheint, gehen sie in den fructificativen Zustand über. Derselbe tritt entweder auf in Form von Cystenbildung oder in Form von Conidienbildung oder endlich in Form von frei d. h. nicht innerhalb eines geschlossenen Behälters und nicht an der Spitze von Basidien gebildeten Fortpflanzungszellen.

I. Cystenbildung.

Der Uebergang aus dem vegetativen Zustand in die Cystenform charakterisirt sich überall dadurch, dass erstens die Bewegungsorgane (Cilien, Pseudopodien) eingezogen werden, zweitens der Plasmakörper sich allmählich abrundet, drittens der Plasmakörper an seiner Oberfläche eine Membran (Cystenmembran) abscheidet und viertens eine Differenzirung des Plasmas in Fortpflanzungszellen erfolgt. Die letzteren werden mithin auf endogenem Wege gebildet.

Dem Eintritt der Cystenbildung geht bei den höheren und bei vielen niederen Mycetozoen[1]) stets voraus eine Abscheidung sämmtlicher Ingesta. Jene endogen entstandenen Fortpflanzungszellen treten unter zwiefacher Gestalt auf, einmal als bewegliche (Schwärmer oder Amoeben) und andererseits als ruhende (Sporen).

Wir haben demnach zu unterscheiden zwischen Cysten mit beweglichen und Cysten mit ruhenden Fortpflanzungszellen. Da sowohl für jene, als für diese kurze Ausdrücke fehlen, so möchte ich für die erstere Form den Ausdruck »Zoocysten« für die letztere die Bezeichnung »Sporocysten« vorschlagen[2])

A. Zoocysten.

Diese Fructificationsform fehlt im Entwickelungsgange der grossen Gruppe der Eumycetozoen gänzlich. Dafür bildet sie im Entwickelungscyklus der Monadinen ein wichtiges Glied, das nur bei denjenigen Genera vermisst wird, welche den Uebergang von den Monadinen zu den Eumycetozoen vermitteln *(Plasmodiophora, Enteromyxa* und *Myxastrum)* oder sehr vereinfachte Organisation zeigen *(Mastigomyxa, Vampyrellidium)*. Zwei wichtige Formen sind es, unter denen diese Fructification auftritt: die zoosporenbildenden Zoocysten *(Zoocystae zoosporiparae)* und die amoebenerzeugenden *(Zoocystae amoebiparae)*. Jene

[1]) *Vampyrellidium vagans* Z., *Endyomena polymorpha* Z., *Enteromyxa paludosa* CIENK., *Gymnococcus perniciosus* Z., *G. Fockei* Z., *Protomyxa aurantiaca* HAECK., *Myxastrum radians* HAECK.

[2]) Den von CIENKOWSKI eingeführten, seiner Zeit ganz passenden Namen: Zellzustand für die Zoocystenform kann man selbstverständlich heutzutage nicht mehr in Anwendung bringen, denn auch die sporenbildenden Cysten z. B. sind Zellzustände. Aber auch die Nichtanwendung des DE BARY'schen Ausdrucks »Sporangium« bedarf der Rechtfertigung: Einmal bin ich der Ansicht, dass die Mycetozoen den niederen Thieren verwandtschaftlich näher stehen als den Pflanzen, und da für jene sowie für die Monadinen der Ausdruck Cyste bisher allgemein angewandt wurde, so glaubte ich berechtigt zu sein, diese alte Bezeichnung beibehalten zu dürfen. Aber von diesem Prioritätsgrunde abgesehen, muss man andererseits bedenken, dass der Anwendung des Ausdrucks »Sporangium« in sofern Bedenken entgegen stehen, als die Cysten der Mycetozoen einen ganz anderen Entwickelungsgang durchmachen, als die Sporangien der Pilze. Um mich aber in der Form wenigstens, den bisher in der Botanik üblichen Ausdrücken möglichst anzuschliessen, habe ich obige Ausdrücke (Zoocyste und Sporocyste) den Bezeichnungen Zoosporangium und Sporangium möglichst conform zu machen gesucht, sodass sie wohl selbst ohne Erklärung sofort verständlich sein dürften. Uebrigens hat DE BARY in der ersten Auflage der Mycetozoen den Ausdruck Sporencyste schon in Anwendung gebracht.

Digitized by Google

bilden ein Characteristicum der *Monadinae zoosporeae*, diese ein wesentliches Merkmal der meisten *Monadinae azoosporeae*.

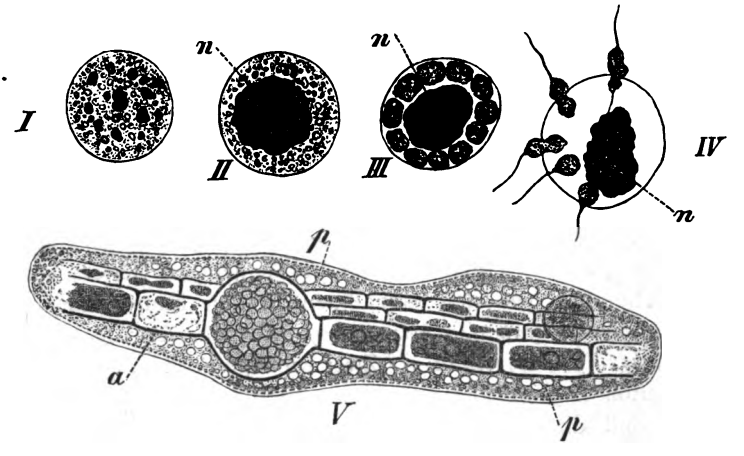
1. Zoosporen bildende Zoocysten *(Zoocystae zoosporiparae)*.

Sie entstehen entweder aus Amoeben oder aus Plasmodien oder aber aus beiderlei Entwickelungsstadien. Der erste Fall kommt nach CIENKOWSKI's und eigenen Untersuchungen vor bei *Diplophysalis-*, *Protomonas-*, *Pseudopora-* und *Gymnococcus*-Arten, der zweite und dritte ward von CIENKOWSKI und HAECKEL für *Protomonas amyli* und *Protomyxa aurantiaca* festgestellt. Aber auch direkt vom Schwärmer kann die Bildung zoosporenerzeugender Cysten ausgehen, wofür nach CIENKOWSKI *Colpodella pugnax* ein bisher noch isolirt stehendes Beispiel liefert. Die aufgenommenen Nahrungstheile werden entweder innerhalb der Cyste erst noch gehörig verdaut, oder aber schon vor Beginn ihrer Bildung ausgestossen.

a) Struktur.

Man unterscheidet an der Zoocyste Membran und Inhalt.

Was zunächst die Membran betrifft, so entsteht sie durch Erstarrung von peripherischen Schichten des Hyaloplasmas. Sie erscheint meistens zart und



(B. 455.) Fig. 9.

I—IV *Pseudospora parasitica.* Entwickelung des Zoocysteninhalts zu Schwärmern. 900fach. I Junge Cyste. Die Reste von verdautem Chlorophyll in gelbbraunen noch isolirten Körnern in dem Plasma verstreut. II Nächster Zussand. Die Körner sind aus dem Plasma abgeschieden und zu einem Klumpen n zusammengeballt. III Zoocyste im optischen Durchschnitt. Der Wandbelag von Plasma hat sich in eine Anzahl Schwärmer zerklüftet. IV Einige Schwärmer sind im Ausschlüpfen begriffen, andere haben schon das Weite gesucht. V 400fach. Amoebenbildende Zoocyste von *Leptophrys vorax* CIENK. Ihr Inhalt umschliesst Stücke halbverdauter Algen (a). Die grösseren rundlichen Körner (p) im plasmatischen Wandbelage sind Paramylumkörner.

farblos, selten bei *Protomyxa aurantiaca* bisweilen auch bei *Protomonas amyli* allseitig verdickt. Die letzterwähnte Art hat nicht selten gelbbräunliche Färbung ihrer Cysten aufzuweisen, die von Eisenoxydhydrat herzurühren scheint. Localisirte Verdickungen kommen, soweit bekannt, nicht vor.

Der Inhalt besteht aus der hyaloplasmatischen Grundmasse, der Plasmakörnchen eingestreut sind. Bei den Arten, welche, wie *Diplophysalis stagnalis* Z., *D. nitellarum* CIENK., *Pseudopora parasitica* und andere Pseudosporen, die In-

Digitized by Google

gesta mit in die Cyste aufnehmen, ist er durchsetzt mit verfärbtem Chlorophyll, Stärke u. dergl. Sobald aber die Fructification beginnt, werden diese Ingesten zusammengeballt und im Centrum oder seitlich abgelagert, letzteres in dem Falle, wenn das Plasma sich nach der einen Seite der Cyste zusammenzieht. Bei den *Pseudospora*-artigen Monadinen ist in dem Cystenplasma anfangs nur ein grösserer Kern vorhanden, später treten mehrere bis viele kleine Kerne auf, die wahrscheinlich durch Zweitheilung aus jenem hervorgehen. Um diese letzteren sammeln sich die Plasmatheilchen zur Bildung von Schwärmern an (Fig. 9, III). Die Anzahl der letzteren schwankt nach Gattungen, Arten und Individuen. Die Schwärmercysten von *Diplophysalis stagnalis* z. B. erzeugen je nach ihrer Grösse 3 bis 50 Schwärmer, die von *Gymnococcus Fockei* Z. nur einige wenige.

b) Gestalt — Grösse.

Im Allgemeinen herrschen reguläre Formen vor und zwar Kugel-, Ei- oder Ellipsoidform, vorausgesetzt, dass die Individuen sich frei entwickeln können und die Ingesta nicht zu unregelmässig oder zu zahlreich auftreten. Wo die Raumverhältnisse der Wirthszellen beschränkt sind, accommodiren sich die Cysten an dieselben. Das ist z. B. der Fall bei *Pseudospora infestans* Z., die in weitlumigen Oedogonien- und Spirogyrenzellen kugelige oder ellipsoidische, in englumigen dagegen oft ziemlich gestreckt cylindrische Schwärmercysten formirt, sodass man auf den ersten Blick glaubt, eine ganz andere Art vor sich zu haben. Das ist ferner der Fall bei *Pseudospora aculeata* Z., deren relativ grosse Cysten sich den Quer- und Seitenwänden der betreffenden Oedogoniumzelle häufig ganz dicht anschmiegen und so theilweise deren Form nachahmen. Durch besonders auffällige Variabilität der Form zeichnet sich *Protomonas amyli* aus, allerdings wohl nur unter besonderen Verhältnissen. Hier findet man, worauf schon Cienkowski hinweist, Kugel-, Ei-, Birn-, Flaschen-, Bisquit-, Schlauch-, Keulen- und andere z. Th. ganz unregelmässige Formen.

Selbstverständlich treten auch bezüglich der Dimensionen schwärmerbildender Cysten vielfache Schwankungen auf, nach den Arten sowohl, als nach den Individuen. Eine kleine Amoebe oder ein kleines Plasmod werden kleinere Cysten bilden, als eine grössere Amoebe und ein grösseres Plasmod. Allein das Volumen der Cyste hängt nicht bloss von dem Volumen der Plasmamasse ab, sondern namentlich auch von der Grösse und Menge der Ingesta.

Die grössten schwärmerbildenden Cysten möchten bei *Protomyxa aurantiaca* Haeck. zu finden sein, wo sie einen Durchmesser von 0,15 Millim. erreichen können und dann schon dem blossen Auge als feinste Pünktchen wahrnehmbar sind. Unter den übrigen Monadinen herrschen erheblich geringere Grössenverhältnisse.

c) Entleerungsmodus.

Der Austritt der Zoosporen erfolgt gewöhnlich nicht an besonders vorgebildeten Stellen, sondern jeder Schwärmer bohrt sich durch die Cystenhaut an beliebiger Stelle eine feine Oeffnung, durch die er sich, mit einer Cilie voran, durchzwängt *(Diplophysalis, Pseudospora, Gymnococcus)* (Fig. 9, IV.). Es entstehen daher gewöhnlich soviel Oeffnungen, als Schwärmer vorhanden sind. In erheblich anderer Weise werden nach Cienkowski die Zoosporen von *Colpodella* in Freiheit gesetzt. Die Cystenhaut vergallertet nämlich an einer Stelle, und hier drängen sich die Zoosporen zum Häufchen vereinigt heraus. Das Häufchen ist mit einer zarten Haut umgeben, in der die Schwärmer sich noch kurze Zeit umhertummeln. Bald

Digitized by Google

aber löst sie sich in Wasser auf, und nun zerstreuen sich die Schwärmer nach allen Richtungen.

2. Amoebenbildende Zoocysten *(Zoocystae amoebiparae).*

Sie gehen niemals direct aus dem Zoosporenzustande hervor, sondern entweder aus Amoeben *(Vampyrellidium)* oder aus Plasmodien *(Vampyrella, Leptophrys)* oder aus beiderlei Zuständen *(Vampyrella, Leptophrys).* Unter den zoosporenbildenden Monadinen wird diese Fruchtform vermisst; ebenso fehlt sie sämmtlichen höheren Mycetozoen.

a) Gestalt.

Manche freilebenden Monadinen weisen bezüglich der amoebiparen Cysten kugelige oder ellipsoïdische Formen auf *(Haplococcus reticulatus Z., Vampyrella Spirogyrae* CIENK.) (Fig. 10, I—IV); manche besitzen gestielte Cysten *(Vampyrella pendula* CIENK. (Fig. 10, V), *V. pedata* KLEIN, *Bursulla crystallina* SOR.); gestreckte, oft regelmässig cylindrische Form findet sich bei *Endyomena polymorpha* Z. (Fig. 10, IX—XIII). Mit einigen Ausnahmen *(Haplococcus, Vampyrella pendula* CIENK., *Copromyxa protea* FAYOD), herrscht innerhalb derselben Species mehr oder minder grosse Variabilität in der Gestaltungsweise. Sehr wechselnde und z. Th. unregelmässige Formen zeigen *Leptophrys vorax* (CIENK.), *Vampyrella variabilis* KLEIN (Fig. 10, VIII), *V. multiformis* Z., *Endyomena polymorpha* Z. (Fig. 10, XII XIII). Bei ersterer Art wird der Formenwechsel bedingt durch die verschiedene Grösse, Form und Anzahl der eingeschlossenen Ingesten.

b) Grösse.

Wahrhaft riesige, meist bereits mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbare amoebenbildende Zoocysten findet man bei *Leptophrys vorax* (CIENK.) (Fig. 9, V). Ich sah Cysten, deren Länge $\frac{1}{4}$ Millim. und darüber betrug bei einer Dicke von 63 mikr. Nicht minder auffällig erscheinen die Cysten der in den Fäden blaugrüner Algen schmarotzenden *Endyomena polymorpha* ZOPF; sie zeigen oft ganz bedeutende Längsstreckung bei verhältnissmässig geringem Querdurchmesser (Fig. 10, XI). Von Seiten der übrigen zoosporenlosen Monadinen werden solche Dimensionen bei der in Rede stehenden Fruchtform nicht wieder erreicht. Manche Cysten, wie die von *Monadopsis vampyrelloïdes* KLEIN sind sogar von grosser Winzigkeit.

Im Allgemeinen schwankt die Grösse der amoebenerzeugenden Cysten, wenigstens bei vielen Arten, innerhalb ziemlich weiter Grenzen, ein Factum, das natürlich auch hier wieder zusammenhängt mit den Grössenschwankungen der Amoeben- und Plasmodienform, welche theilweis in Abhängigkeit stehen von der Grösse und Menge der Ingesta.

c) Bau.

Bei Bildung der amoebiparen Cysten wird zunächst nur eine Haut angelegt (Fig. 10, I). Eine Anzahl von *Monadineae azoosporeae* beschränkt sich überhaupt auf diese einfache Hautbildung, wenigstens unter normalen Verhältnissen: so die meisten Vampyrellen[1]) *(V. variabilis, multiformis, pedata, Spirogyrae, Gomphonematis)* ferner *Haplococcus reticulatus, Leptophrys vorax* und *Endyomena polymorpha.* Dagegen giebt es einen Repräsentanten erstgenannter Gattung, *V. pendula,* der normaler Weise stets eine doppelte Hülle erhält, insofern das Plasma innerhalb der primären Membran sich nochmals contrahirt, um eine secundäre Haut

[1]) CIENKOWSKI, Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZE's Archiv I, pag. 216).

Digitized by Google

abzuscheiden (Fig. 10, V). Die erstgebildete erscheint dann stets sehr dünn und zart (weshalb sie von CIENKOWSKI als »Schleier, *velum*« bezeichnet wurde) die andere dagegen dicker und derber.

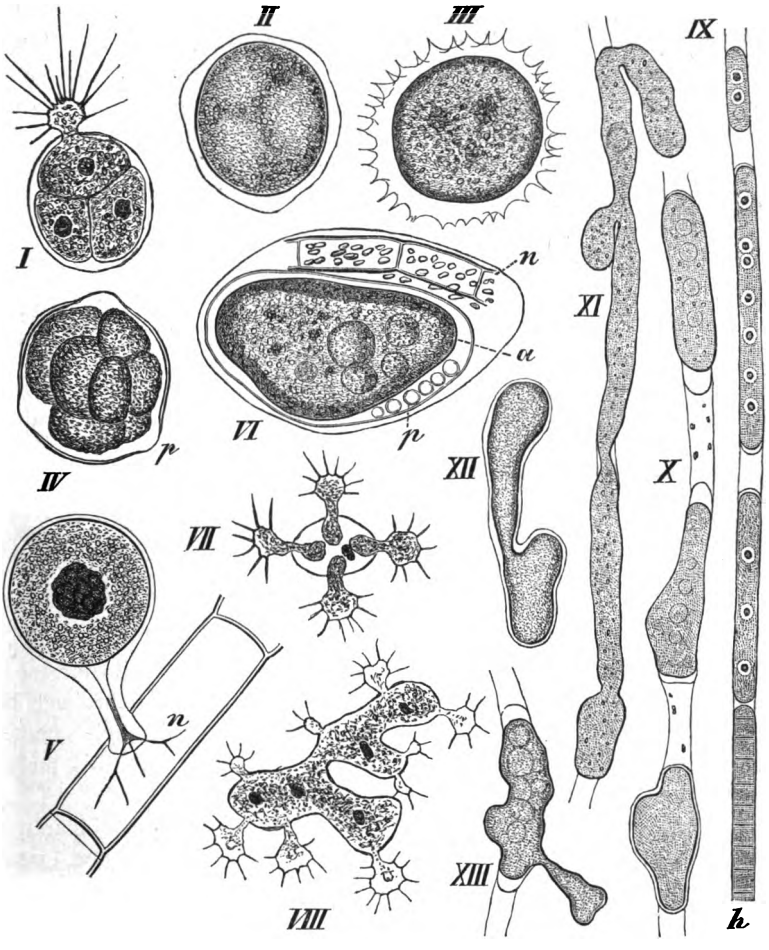


Fig. 10. (B. 456.)

Amoebipare Zoocysten. I—III 300fach. *Vampyrella Spirogyrae.* I mit einer Haut und 3 Amoeben, eine Amoebe im Austreten begriffen. II und III mit Doppelhaut, die bei III morgensternartig configurirt erscheint. IV von *Haplococcus reticulatus*, bei p papillenartige verdünnte Stellen der Wandung, für den Austritt der Amoeben. 900fach. V Gestielte amoebipare Zoocyste von *Vamp. pendula* mit doppelter Cystenhaut, auch die innere in einen Stiel verschmälert, von dessen Ende aus erstarrte Hyaloplasmastränge r ins Lumen der Oedogonienzelle gehen. VI 400fach. Amoebenbildende Cyste von *Leptophrys vorax*, welche mit 3 Häuten versehen ist; im Innern die Parasiten a, welche die mehrfache Hautbildung veranlasst haben; n abgeschiedene Nahrungsreste (Oedogonienzellen mit Stärke) p *Paramylum.* VII 350fach. Cyste von *Vamp. variabilis* mit 4 Amoeben, welche an 4 verschiedenen Punkten ausschlüpfen (nach KLEIN). VIII 350fach. Grosse unregelmässig gestaltete Cyste derselben Species, an 9 verschiedenen Punkten treten Amoeben aus (nach KLEIN). IX—XIII 540fach. *Endyomena polymorpha* Z. in den Fäden einer Spaltlage. IX Ein Faden der Alge, dessen Scheide im unteren Theile ein Hormogonium h zeigt, im oberen entleert ist und 3 cylindrische, der Wandung dicht angeschmiegte amoebipare Zoocysten des Parasiten enthält; die obere kleinere Cyste zeigt 2 die folgende grössere 7, die unterste 3 Kerne (mit Picrinschwefelsäure abgetödtet und mit Hämoloxylin gefärbt). X Eine Scheide mit 3 etwas andersgeformten und mit doppelter Membran versehenen lebenden Cysten. XII und XIII Cysten von auffälligerer Unregelmässigkeit und doppelter Wandung. (Die dunklen Körper in Fig. I V VII VIII sind Nahrungsballen).

Digitized by Google

Unter gewissen Verhältnissen, die wohl in der Ungunst des Substrats zu suchen sind, findet dieser Prozess der doppelten Hautbildung nach meinen Beobachtungen auch bei *Vampyrella Spirogyrae* und bei *Endyomena polymorpha* statt. Bei *V. Spirogyrae* zeigt sich die primäre Hülle als sehr dünne Haut von kugeliger oder unregelmässig-eckiger, selbst morgensternartiger Form (Fig. 10, I—III). Diese letztere erhielt sie offenbar dadurch, dass das peripherische Hyaloplasma der im Eingezogenwerden begriffenen Pseudopodien schnell erstarrte und so gewissermaassen einen genauen Abdruck der Pseudopodien lieferte.

Für die amoebiparen Cysten der *Leptophrys vorax* (Cienk.) habe ich sogar eine dreifache Hautbildung beobachtet (Fig. 10, VI). Hier ist sie sonderbarerweise Folge der parasitischen Einwirkung eines niederen Mycetozoums, das in Schwärmerform in die normal einhäutige Cyste eindringt und sich von deren Inhalt nährt.

Die Häute der *Zoocystae amoebiparae* bestehen bei den meisten Vampyrellen und *Leptophrys vorax* aus einem Stoffe, der eine ähnliche Reaction wie die Cellulose zeigt oder das Amyloïd, wogegen *V. Gomphonematis* und andere Arten sich in diesem Punkte anders verhalten; ihre Membranen sind wahrscheinlich eiweissartig.

Was den Inhalt der in Rede stehenden Cystenform anlangt, so besteht derselbe aus Plasma (Hyaloplasma, dem Körnchen beigemengt sind) und ein bis mehreren Zellkernen[1]). Ersteres schliesst häufig noch Ingesta ein, welche den Kern leicht verdecken. Vacuolenbildung scheint meistens zu fehlen. Bei den Vampyrellen lässt sich im Jugendstadium der Cyste nur ein Kern nachweisen, dagegen zeigt *Endyomena polymorpha* Z. mehrere (Fig. 10, IX), *Leptophrys vorax* Cienk. zahlreichere Kerne. Zur Zeit, wo sich der Inhalt der amoebiparen Zoocysten in Amoeben umzubilden beginnt, vermehrt sich bei den Vampyrellen die Zahl der Kerne durch Zweitheilung. Schliesslich sammelt sich das Plasma um diese Kerncentren an und so entstehen zwei bis mehrere zu Amoeben werdende Portionen[2]).

Von accessorischen Inhaltsbestandtheilen der amoebiparen Cysten sind zu erwähnen: Paramylum, das ich wie in den Amoeben und Plasmodien, so auch in den Cysten der *Leptophrys vorax* nachweisen konnte[3]), wo es in Form zahlreicher dicht gedrängter Körner von verschiedener Grösse auftritt; und ferner ein rothes in gelöster Form auftretendes Pigment, das den Vampyrellen eigenthümlich ist und von ins Rothbraune verfärbten Chlorophyllmassen herrührt.

d) Entleerungsmodus.

Die Membran der amoebiparen Cysten besitzt bei den meisten der hier in Betracht kommenden Species keine besonderen Austrittsstellen für die Amoeben. Letztere bahnen sich daher den Weg ins Freie in der Weise, dass sie ähnlich den Zoosporen, die Cystenhaut oder wenn zwei vorhanden sind, beide Cysten-

---

[1]) Haeckel und Klein leugnen mit Cienkowski die Gegenwart des Kerns, soweit es die Vampyrellen und *Leptophrys vorax* betrifft. In meiner Schrift: Zur Kenntniss der niederen Pilzthiere widerlege ich diese Auffassung.

[2]) In sehr kleinen amoebiparen Cysten z. B. von *Vampyrella* wird nur eine Amoebe um den ursprünglichen Kern gebildet, in grösseren bei manchen Arten bis 12. Die Vierzahl, die Cienkowski als Norm für die Vampyrellen annahm (die er darum auch *Monadineae tetrablastae* nannte) ist keineswegs Regel.

[3]) Siehe das über die Amoeben Gesagte.

Digitized by Google

häute durchbohren und nun ihren Plasmakörper durchzwängen. Die Zahl der Durchbruchspunkte entspricht in den meisten Fällen der betreffenden Amoebenzahl (Fig. 10, VII VIII). Nur an der amoebiparen Cyste des *Haplococcus reticulatus* Z. sind für den Amoebenaustritt besondere verdünnte Membranstellen (Tüpfel) vorhanden, in der Mehrzahl und in gewissen Abständen[1]) (Fig. 10, IV).

B. Sporocysten.

Diese Fruchtform wird nur bei wenigen Monadinen *(Vampyrellidium, Spirophora, Haplacoccus, Gymnococcus, Aphelidium, Mastigomyxa, Protomyxa* [hier vielleicht noch aufzufinden], *Plasmodiophora)* und unter den Eumycetozoen nur bei den Sorophoreen und Exosporeen (Guttulinen, Dictyosteliaceen und Ceratien) vermisst sonst ist sie die allgemein herrschende. Sie stellt im Allgemeinen blasenartige Körper mit Kugel-, Halbkugel-, Birn-, Cylinder-, Schlauch- oder Polsterform etc. dar, welche theils von mikroskopischer Kleinheit sind, theils bis mehrere Centim. im Durchmesser haben.

1. Bau der Sporocysten im Allgemeinen.

An den entwickeltsten Sporocysten lassen sich folgende Theile unterscheiden: die Hülle, das Capillitium, die Sporen, der Stiel sammt Columella und meist auch noch der Hypothallus.

A. Die Hülle.[2])

Sie ist entweder in Form einer blossen Membran vorhanden, oder in Gestalt einer Rinde entwickelt. Was die erstere betrifft, so findet sie sich in der Regel in der Einzahl vor (Fig. 11, II, 13, B). Nur selten wird sie bei höheren wie bei niederen Mycetozoen als Doppelhaut angetroffen: nämlich bei *Chondrioderma difforme* (Pers.) (Fig. 11, I), *Ch. globosum* (Pers.), *Physarum didermoïdes* (Ach.), *Diplophysalis stagnalis* Z. (Fig. 11, V), *D. nitellarum* (Cienk.), *Vampyrella pendula* Cienk. (Fig. 11, VI), *Leptophrys vorax* (Cienk.) (nach Klein), ausnahmsweise auch bei *V. Spirogyrae* Cienk. (Fig. 11, III).

Noch seltener ist die Bildung mehrfacher Häute. Ich habe sie bisher nur bei *V. Spirogyrae* (Fig. 11, IV) gesehen, wo sie unter besonderen Verhältnissen öfters aufzutreten scheint.

Die Doppelhaut-Bildung (Fig. 11, I V VII) kommt wie bei den amoebiparen Zoocysten dadurch zu Stande, dass das Plasma sich innerhalb der primären Haut nochmals contrahirt und eine secundäre Haut abscheidet. Die Vielhaut-Bildung (Fig. 11, IV) basirt auf Wiederholung dieses Processes.

Je nachdem die Contractionen des Plasmas stärker oder schwächer ausfallen, resultirt ein grösserer oder geringerer Abstand der successiven Häute. In der Regel erfolgen die Contractionen so allseitig, dass die Häute unter sich vollkommen frei bleiben, also in einander geschachtelt werden, wie wir das überall bei den genannten Monadinen sehen (Fig. 11, III IV VI). Einseitig Contraction zeigen ausnahmslos die oben genannten Eumycetozoen, und zwar beschränkt sich die Contraction auf die freie, d. h. dem Substrat abgewandte Seite (Fig. 11, I).

An den succedan entstandenen Häuten machen sich für gewöhnlich gewisse

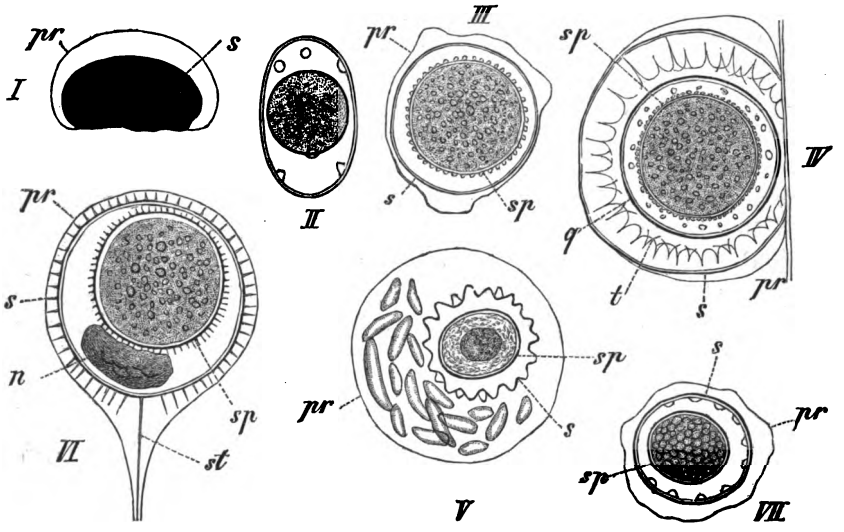
[1]) Bei *Vampyrella variabilis* soll nach Klein erst während des Austritts der Inhalt der amoebiparen Cysten sich theilen. Ich will dies nicht in Abrede stellen, doch erfolgte an den Exemplaren, die mir vorlagen, die Theilung immer schon vor dem Austritt.

[2]) Die Entstehungsweise und der feinere Bau der Hülle ist in dem Abschnitt »Entwicklungsweise der Sporenfrucht« geschildert.

Digitized by Google

Differenzen bemerkbar, die einerseits auf die Gestalt, andererseits auf Dicke und Consistenz Bezug haben.

Rücksichtlich der letzteren Momente ist festzuhalten, dass im Allgemeinen die



(B. 457.) Fig. 11.

Sporocystenformen mit mehrfacher Haut. I *Chondrioderma difforme* (Pers.). Vertikalschnitt durch die Sporocyste, schwach vergr. pr bedeutet hier und in den folgenden Figuren die primäre, s die secundäre, t die tertiäre, q die quartäre Haut, sp Spore. II *Protomonas amyli* (Cienk.). Sporocystenhaut einfach, mit warzenartigen Verdickungen, in der Mitte die kugelige Spore 400fach. III Sporocyste von *Vampyrella Spirogyrae* Cienk. mit zweifacher Haut; äussere zart unregelmässig, innere derb, kugelig 540fach. IV Sporocyste derselben Species mit vierfacher Haut, die primäre und tertiäre zarte, letztere morgensternartig configurirt, zweite und vierte derb; 540fach. V *Diplophysalis stagnalis* Z., mit zweifacher Haut; secundäre morgensternförmige zwischen ihr und der primären Membran unverdaute Stärke von *Nitella* 400fach. VI *Vampyrella pendula* Cienk. Die secundäre Haut mit stachelartigen Fortsätzen, sie sitzt auf einem langen Stiel st von erstarrtem Hyaloplasma; n Nahrungsreste 900fach. VII Sporocyste von *Leptophrys vorax* (Cienk.) mit Doppelhaut; die innere derbe mit wärzchenartigen Vorsprüngen (nach Klein).

primäre Membran eine gewisse Zartheit behält (daher von Cienkowski Schleier, *velum* genannt), die später entstandenen dagegen derbere Beschaffenheit annehmen. Doch können bei Vielhautbildung auch zarte und derbe Häute regelmässig wechseln, wie z. B. die in Fig. 11, IV abgebildete Sporocyste von *Vampyrella Spirogyrae* zeigt. Bei der zweihäutigen Sporocyste von *Diplophysalis* findet sich übrigens die primäre Haut mitunter als ziemlich stark verdickte Membran vor. Schöne Beispiele für den Fall, dass die succedanen Cystenhäute auch bezüglich ihrer Form differiren, bieten die *Diplophysalis*-Arten, namentlich *D. stagnalis* Z., wo die innere Haut im Gegensatz zur glatten äusseren morgensternartige Configuration annimmt (Fig. 11, V s). Aehnliche Verhältnisse bietet *Vampyrella pendula* Cienk. (Fig. 11, VI); hier ist die zarte primäre Haut pr birnförmig, sculpturlos und in einen dicken Stiel verlängert, die innere s dagegen kugelig, mit dünnem Stiel und sehr charakteristischer, nämlich sehr regelmässig stachelartiger Sculptur versehen. Die dritte Haut der in Fig. 11, IV dargestellten Sporocyste von *V. Spirogyrae* zeigt gleichfalls morgensternartige Configuration, was aber nicht unter allen Verhältnissen vorkommt.

Vor Bildung der secundären Haut erfolgt bei *Diplophysalis*-Arten die Abscheidung der Nahrungsreste, die also später zwischen primärer und secundärer

Digitized by Google

Wand abgelagert liegen (Fig. 11, V) und bei einiger Massigkeit durch den Druck, den sie ausüben, die Form der secundären Haut beeinflussen können.

Wo Verdickungen an der Sporocystenhaut auftreten, sind sie gewöhnlich allseitige (z. B. *Craterium vulgare* (Fig. 15, III), *Leocarpus fragilis)*, minder häufig localisirte, wie bei *Protomonas amyli* und *Leptophrys vorax*, wo sie in Zapfen- oder Warzenform auftreten (Fig. 11, II) und bei den Peritricheen (Fig. 19) (Cribrariaceen, Clathroptychiaceen). Die Repräsentanten der letztgenannten Familien besitzen sehr zarte Häute, die durch stellenweis auftretende Verdickungsleisten und an einzelnen Stellen erfolgende allseitige Verdickungen mechanische Verstärkung erfahren.[1]) Zu einer solchen Verstärkung kann bei anderen Arten auch Ein- resp. Auflagerung von Kalk dienen.[2]) Was die chemische Beschaffenheit der Sporocystenhaut betrifft, so besteht sie in manchen Fällen (Vampyrellen *Leptophrys)* aus einem Stoff, der sich mit Jod und Schwefelsäure blau färbt. Es ist nicht entschieden, ob diese Reaction Cellulose oder Amyloïd andeutet. In den meisten Fällen unterbleibt diese Reaction, die Membran wird durch Jod gelb tingirt und löst sich in Aetzkali nach voraufgegangener Quellung auf (z. B. *Myxastrum radians* nach HAECKEL).

Eine complicirtere Form der Hüllenbildung tritt uns in der Rinde entgegen. Da sie zumeist bei den sogen. Fruchtkörpern zu besonderer Ausbildung gelangt, so möge sie bei Betrachtung dieser Berücksichtigung finden.

B. Stiel, Columella, Hypothallus.

Gewisse Mycetozoen sind durch Stielbildung an ihren Sporencysten ausgezeichnet. Unter den Monadinen kommt sie nur bei einigen Vampyrellen *(V. pendula* CIENK., *V. pedata* KLEIN) vor (Fig. 11, VI), bei den höheren Mycetozoen tritt sie ungleich häufiger auf und ist fast in jeder Familie zu finden. Stets vorhanden zeigt sie sich bei den Stemoniteen (Fig. 16, A), den Cribrariaceen, den Craterien (Fig. 15), manchen Trichien, Arcyrien (Fig. 12, I II) etc., inconstant ist sie bei *Leocarpus fragilis* (DICKS.), *Didymium farinaceum* SCHRADER (Fig. 13, A B), *Physarum leucophaeum* FR. und Anderen. Der Stiel bildet meist die Fortsetzung der Wandung nach unten hin und stellt dann eine Hohlröhre dar, die im Inneren mit Luft, oder mit structurloser organischer, oft in Körnchenform vorhandener und nicht selten mit Farbstoffen tingirter Substanz ausgefüllt ist oder aber zellige Elemente zeigt, was namentlich bei Arcyrien und Trichien vorkommt (Fig. 12, I), ja selbst von Sporen ausgefüllt sein kann *(Trichia fallax* nach STRASSBURGER). Die Membran des Stieles, die übrigens auch aus mehreren Hautlagen bestehen kann, erscheint in der Regel in mehr oder minder ausgeprägter Weise mit Längsfalten versehen, welche z. B. bei *Craterium leucophaeum* Arcyrien etc. (Fig. 12, I) besonders ausgeprägt sind. Mitunter verschmelzen mehrere gleichzeitig dicht neben einander angelegte Stiele streckenweis oder ihrer ganzen Ausdehnung nach, eine Erscheinung, die besonders auffällig ist bei *Hemiarcyria rubiformis,* wo durch solche Vereinigung förmliche Sporocystenbündel entstehen (Fig. 12, II).[3])

Die Sporocysten, mögen sie nun gestielt oder stiellos sein, sitzen gewöhnlich (einzeln oder zu mehreren) einer in Hautform, Krustenform, Polster- oder selbst Säulenform entwickelten Unterlage, »Hypothallus« genannt, auf. Als Haut tritt sie in schöner Entwicklung auf bei den Stemoniteen *(Stemonitis, Comatricha)*

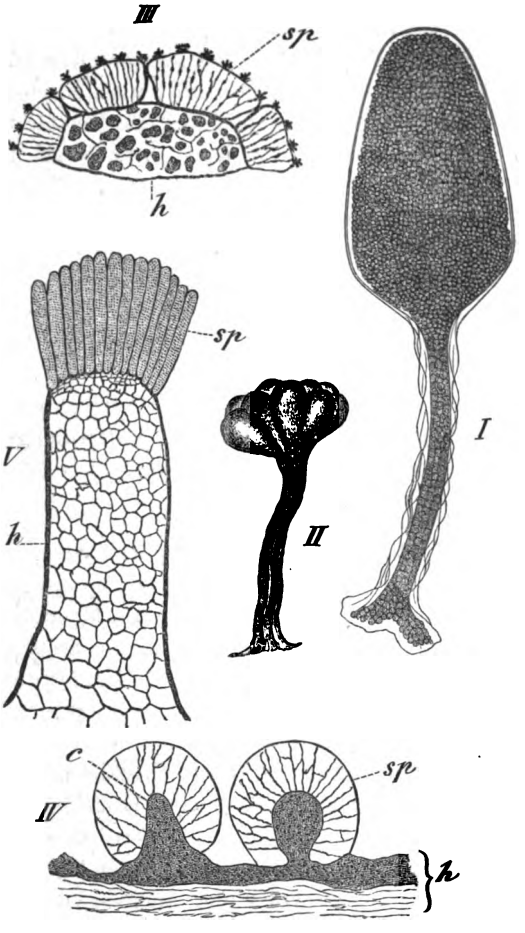
[1]) Siehe das über die peripherischen Capillitien Gesagte.

[2]) Vergl. den physiol. Theil und zwar den Abschnitt über Kalkaufnahme und Ablagerung.

[3]) Ueber Entwicklung des Stieles vergl. weiter unten: Entwicklungsweise der Sporenfrucht.

Digitized by Google

(Fig. 16, A), als Kruste bei *Chondrioderma spumarioïdes* (Fr.) (Fig. 12, III h), als Polster bei *Didymium physarioïdes* (Pers.) (Fig. 12, IV h) und als Säule bei *Tubulina stipitata* (nach Rostaf.) (Fig. 12, V h). Im Wesentlichen ist der Hypothallus ein Produkt erstarrten Hyaloplasmas. Bisweilen zeigt er faltige (Fig. 12, IV h), bisweilen zellige (Fig. 11, V) Struktur. Bei kalkhaltigen Arten dient er als Ablagerungsstätte für Kalk, sonst auch ab und zu für Farbstoffe.



(B. 458.) Fig. 12.

Stiel- und Hypothallus-Bildung. 1 Schwach verg. *Arcyria Friesii* B. u. Br. halbreife Sporocyste, die Stielhöhlung zeigt sich erfüllt mit zellartigen Elementen. 2 10fach vergr. *Hemiarcyria rubiformis* (Pers.) Stiele zusammengewachsen. 3 *Didymium physarioïdes* (Pers.) Verticalschnitt h Hypothallus mit Kalkablagerungen, oberwärtz sitzen 4 Sporocysten. 4 *Chondrioderma spumarioïdes* (Fr.) Verticalschnitt-Fragment durch den Hypothallus h, der aus zwei Schichten besteht. Er trägt zwei Sporocysten; c die mit dem Hypothallus in Verbindung stehende *Columella*. 5 *Tubulina stipitata* Rost. mit stark säulenartig entwickeltem, gekammertem Hypothallus. sp Sporocysten, ein Aethalium bildend. (Fig. 1 nach de Bary 3—5 nach Rostaf. 2 nach d. Nat.)

Unter dem Namen der Columella versteht man Massen erstarrten Plasmas, welche in Gestalt von dicken Strängen resp. Hohlröhren oder von kegelförmigen, halbkugeligen etc. Hügeln, oder endlich in Form von gewölbten, über der Basis der Sporocystenhaut inserirten Membranen mehr oder minder weit in die Sporenfrucht hineinragen, etwa ähnlich wie die Columella der Kopfschimmel. Bei manchen mit Stiel versehenen Früchten bildet die Columella die direkte Fortsetzung desselben, und das ist z. B. bei den Stemoniteen-Gattungen *Stemonites, Comatricha* etc. der Fall (Fig. 16, B), ferner bei *Diachea leucopoda* (Bull.), *Didymium farinaceum* Schrad. (Fig. 13, B). Bei den stiellosen erscheint sie bisweilen als Fortsetzung des Hypothallus (*Chondrioderma spumarioïdes* [Fr.], Fig. 12, IV). Rostafinski, der den Begriff der Columella ziemlich weit ausdehnt, begreift darunter auch den grossen Capillitiarknoten (s. Capillitium), der sich im Centrum der Frucht einiger Physareen (*Craterium vulgare*, Badhamienarten) vorfindet und weder mit der Wandung, noch mit dem Stiel in direktem Zusammenhange steht, auch die grossen, stark verbreiterten Capillitium-Stränge auf dem Grunde der Sporocysten von *Amaurochaete atra* (A. u. S.) werden von ihm als Columella-Form angesehen. Nur in seltenen Fällen verzweigt sich die Columella, wie es z. B. bei *Spumaria alba* (Vauch.) geschieht (Fig. 18, A c).

Digitized by Google

Hier hängt dies damit zusammen, dass die Sporocysten aus denen sich der Fruchtkörper zusammensetzt, selbst verzweigt sind. In den Familien der Trichiaceen, Arcyriaceen, Perichaenaceen, Liceaceen sowie bei den Peritricheen fehlt die Columella-Bildung, wie es scheint, überall.

C. Capillitium.

Das Innere der Sporenfrüchte, wenigstens der höchstentwickelten, weist eigenthümliche, meist die Sporenmasse durchsetzende, fadenförmige Elemente auf, welche in gewisser Beziehung an das Haargeflecht (Capillitium) im Fruchtkörper der Bauchpilze (Gastromycetèn) erinnern und daher mit demselben Namen belegt wurden. Sie sind bisher nur bei den höheren Mycetozoen beobachtet worden und zwar in der Gruppe der Endosporeen.

Was ihre morphologische Bedeutung anbelangt, so repräsentiren sie Plasmamassen (Hyaloplasma, Gerüstplasma), welche bei der Sporenbildung nicht zur Verwendung kommen und einem Erstarrungsprocess unterlagen.

Zwei Hauptformen sind es, unter denen die Capillitium-Fäden auftreten, nämlich Stereonemata und Coelonemata.

Jene stellen derbe, entweder vollkommen solide oder höchstens mit feinem axilen Kanal versehene Stränge von cylindrischer oder plattgedrückter Form dar;[1]) wogegen letztere als Röhren mit dünner Wandung und relativ weitem Lumen erscheinen.

Die Stereonemata-Form ist charakteristisch für die Gruppe der Peritricheen (Cribrariaceen und Clathroptychiaceen) sowie für eine Gruppe der Endotricheen, die ich als Stereonemeen bezeichne *(Calcareae* ROST. und *Amaurochaeteae* ROST.). Die Coelonemata-Form findet sich in der Gruppe der Coelonemeen (Trichiaceen, Arcyriaceen, Liceaceen, Perichaenaceen).

1. Die Stereonemata der Stereonemeen.

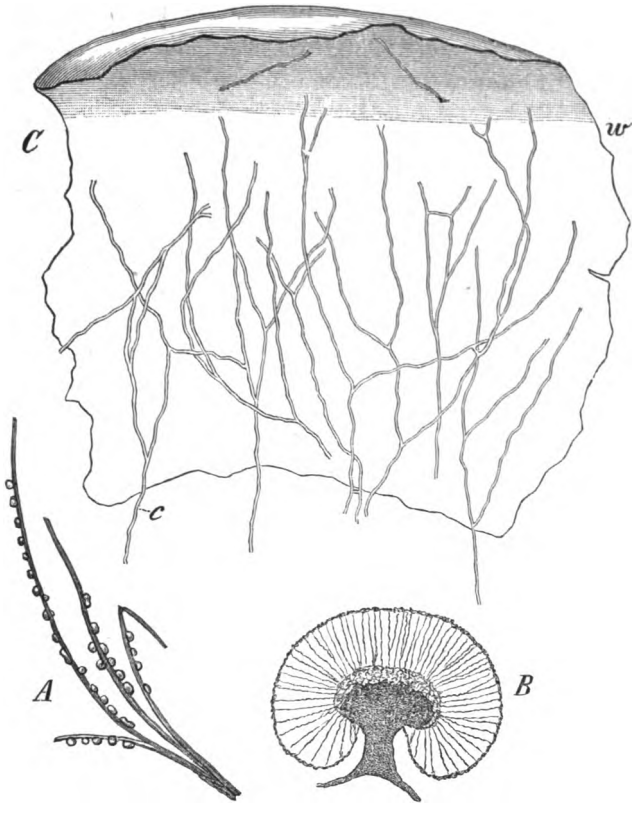
Bezüglich ihrer Anordnung lassen sich etwa 4 Typen unterscheiden.

1. Der Strahlentypus: Er ist der einfachste. Die *Capillitium*-Stränge sind so geordnet, dass sie radienartig ausstrahlen (Fig. 13, B), entweder von einem wirklichen Centralpunkte, der in diesem Falle gewöhnlich dem Stielende oder der *Columella* entspricht oder von einem gedachten Centrum aus. In letzterem Falle entspringen sie von den verschiedensten Punkten eines breiten Cystengrundes. Beispiele für den ersteren Fall liefert *Didymium Fuckelianum* ROST., *D. squamulosum* A. u. S., *Chondrioderma spumarioïdes* (FR.). *Ch. pezizoïdes* ROST., *Enerthenema papillata* (PERS.) *Lamproderma arcyrioides* (SOMM.), für den letzteren *D. physarioïdes* (PERS.), *D. farinaceum* SCHRAD., *Lepidoderma tigrinum* SCHRAD. u. L. *Carestianum* RABENH.[2]) Die Stränge bleiben entweder einfach, oder sie bilden Verzweigungen, welche dann fast ausnahmslos unter spitzen Winkeln von den Hauptsträngen abgehen (Fig. 13, C). Bisweilen kommt es zur Bildung von Anastomosen, wodurch die radienartige Anordnung mitunter mehr oder weniger verwischt wird. Mit der oberen, resp. auch mit der unteren Wandung stehen die Strangenden

[1]) Sie sind also gewissermassen das Analogon der gleichfalls durch Erstarrung von Plasmasträngen zustande kommenden Sporenanhängsel im Sordarienschlauche (vergl. W. ZOPF, Zur Kenntniss der anatomischen Anpassung der Schlauchfrüchte an die Function der Sporenentleerung).

[2]) Instructive Abbildungen bei ROSTAFINSKI, Monographie d. Mycet. Taf. 8. 9.

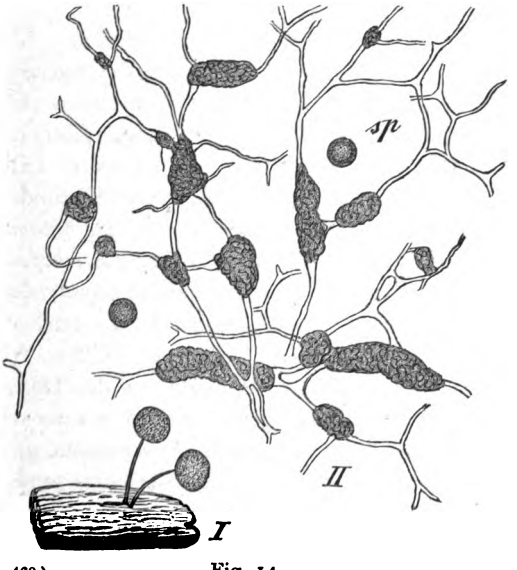
Digitized by Google



(B. 459.) Fig. 13.
Didymium farinaceum SCHRAD. A Sporocysten auf Grasblättchen in nat. Grösse, scheinbar stiellos. B Medianer Längsschnitt. Der Stiel verbreitert sich innerhalb der Frucht zur polsterförmigen im oberen helleren Theile kalkführenden Columella, von der aus die nach dem Strahlentypus geordneten Capillitiumstränge nach der Wandung zu gehen (32fach vergr.). C Stück der Sporocystenhaut mit zahlreichen, spärlich verzweigten und anastomosirenden wellig gebogenen Capillitiumfasern.

im Verband (Fig. 13, B) und gehen öfters durch plötzliche Verbreiterung in die Cystenhaut über.

2. Der Netztypus. Er kommt auf dem Wege zu Stande, dass die Capillitiumstränge vielfache unregelmässige Verzweigungen eingehen, verbunden mit häufiger Anastomosenbildung, die zur Formation von Maschen führt. Wir treffen diesen Typus insbesondere bei allen Physareen-Gattungen an (*Physarum, Tilmadoche* (Fig. 14, II), *Craterium, Leocarpus, Fuligo, Badhamia, Aethaliopsis, Crateriachea*). Hier ist jenes Netzwerk in der Regel noch dadurch ausgezeichnet, dass die den Maschenknoten entsprechenden Stellen mehr oder weniger bedeutende schwimmhautartige Verbreiterung oder aber mehr oder minder starke bauchige Anschwellung (Fig. 14, II, 15, III) aufweisen. Grösse und Form der Platten, wie der knotenartigen Anschwellungen, wechselt innerhalb jeder Sporocyste (Fig. 14, II), aber auch nach Gattungen und Arten. Grösseste Unregelmässigkeit ist bei den meisten Species das Uebliche



(B. 460.) Fig. 14.
Tilmadoche mutabilis ROST. *a lutea* (BULL.) 110fach, Sporocysten, einem Holzfragmentchen aufsitzend. II Fragment des Capillitiums mit seinen Kalkknoten. sp. Spore.

Digitized by Google

(z. B. bei *Aethaliopsis stercoriformis, Fuligo varians, Craterium vulgare* (Fig. 15, III), *Physarum sinuosum* etc..) In die Platten und Knoten werden gewöhnlich Kalkmassen eingelagert (Kalkplatten, Kalkknoten). Mit der Wandung der Frucht stehen die peripherischen Capillitium-Enden überall in Verbindung. Nur selten kommt der Fall vor, dass im centralen Theile der Frucht ein sehr stark entwickelter Capillitiarknoten auftritt *(Craterium)* (Fig. 15, III).

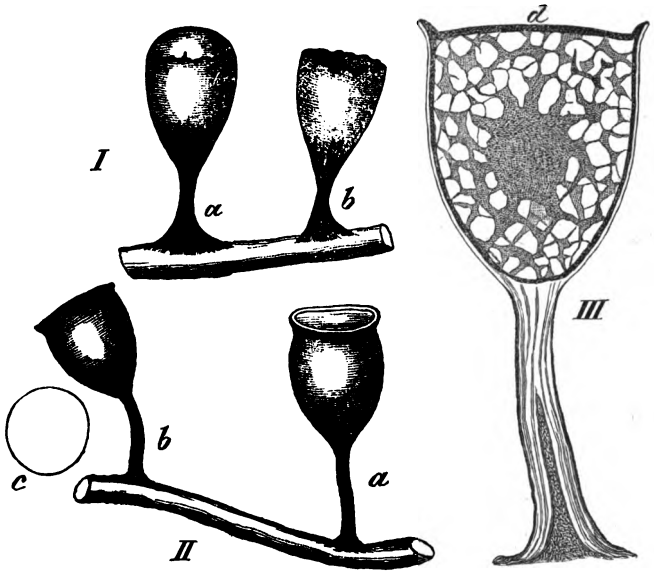


Fig. 15. (B. 461.)

Sporocysten von *Craterium* I (20fach). Zwei Früchte von *C. leucocephalum* (PERS.), a noch geschlossen, den convexen Deckel zeigend, b Deckel abgesprengt. II (20fach). *C. vulgare* DITM. Zwei Früchtchen a noch geschlossen durch den flachen Deckel, b der Deckel ist abgesprengt und liegt daneben (c). III (64fach). Axiler Längsschnitt der Frucht von *C. vulgare*. Das nach dem Netztypus gebaute Capillitium mit seinen Kalkknoten, im Centrum eine riesige unregelmässige Kalkblase zeigend; d Deckel.

3. Der Baumtypus. Er entsteht, wenn von einer stark in die Länge entwickelten, die Frucht meist in ihrer ganzen Länge durchziehenden Columella nach allen Seiten hin in monopodialer Anordnung zahlreiche Capillitium-Stränge gleichsam als Zweige entspringen. Ihre Richtung steht im Allgemeinen senkrecht auf der Sporocystenwand. Meistens verästeln sich die Zweige vielfach und stehen durch ihre Enden mit der Wandung in Verband. Durch Anastomosen werden die Aestchen, namentlich gegen die Peripherie hin, vielfach verbunden, so dass eine Art von Netzwerk entsteht. Am schönsten ist der in Rede stehende, bei den Stemoniteen auftretende Typus ausgeprägt bei *Comatricha Friesiana* DE BARY (Fig. 16, B).

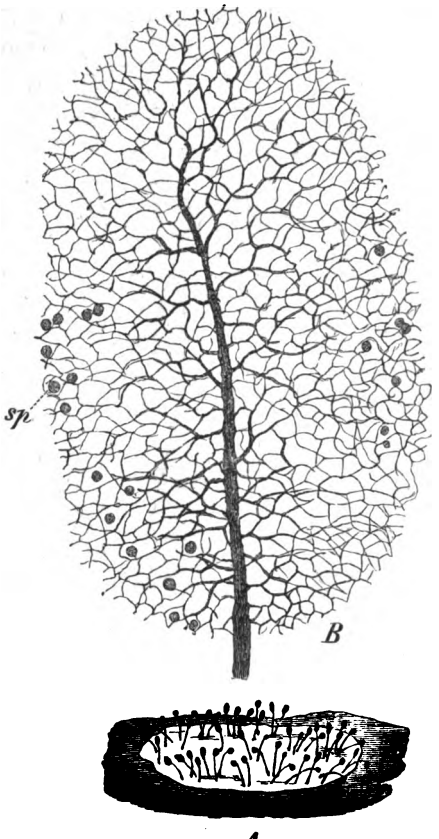
4. Der Strauchtypus (Fig. 17, A, B). Er tritt nur bei stiellosen Fruchtformen auf und findet sich bei *Amaurochaete atra*. Die Stränge, die hier oft schwimmhautartige Verbreiterung zeigen, verzweigen sich nach Art eines Strauches, die Aestchen können miteinander anastomosiren (Fig. 17, B, a).

An den in Rede stehenden Capillitium-Formen der Stereonemeen vermisst man im Allgemeinen eine besondere Sculptur. Ausnahmen bilden *Spumaria alba*, wo sich zierlich knotenförmige oder knopfförmige Verdickungen in bald längeren, bald kürzeren Abständen finden[1]) (Fig. 18, B). Minder regelmässige Sculptur zeigen *Chondrioderma calcareum* und *Didymium dubium*, wo die Verdickungen nach ROSTAFINSKI in Form von unregelmässigen Zapfen oder Wärzchen auftreten, die entweder zu Gruppen geordnet oder ohne alle Ordnung

[1]) Diese Eigenthümlichkeit, die ich nirgends in der Literatur erwähnt finde, war in den von mir untersuchten Exemplaren in sehr ausgeprägter Form vorhanden.

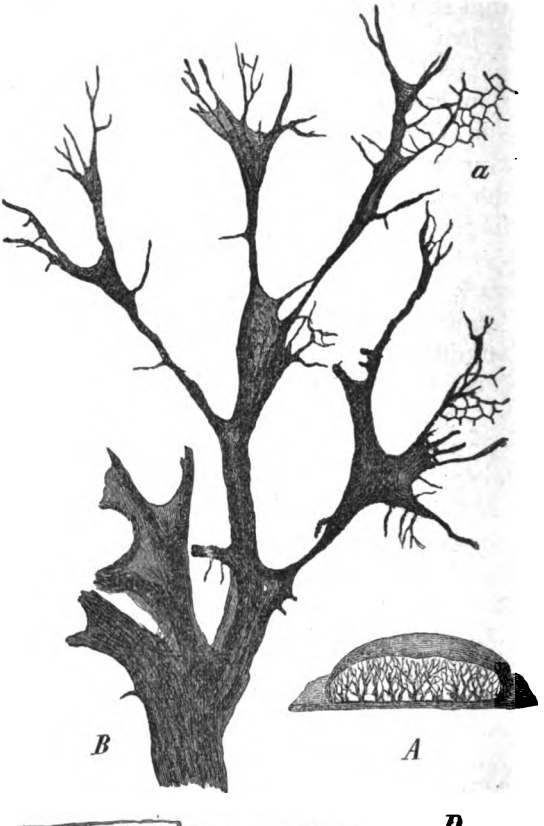
Digitized by Google

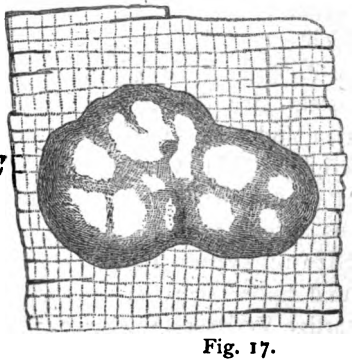
zerstreut sind; ferner *Chondrioderma radiatum*, wo sie perlenartig und gleichfalls ordnungslos erscheinen.



(B. 462.) Fig. 16.

Comatricha Friesiana (DE BARY). A Holzspan mit zahlreichen, einem häutigen Hypothallus aufsitzenden Sporocysten. B oberes Stück eines Früchtchens mit seinem baumartigen Capillitium (schwach vergr.).





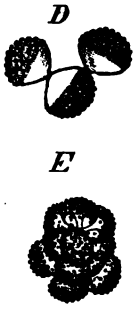


Fig. 17. (B. 463.)

Amaurochaete atra (A u. S.) A 2 fach. Fruchtkörper einem Holzspänchen aufsitzend, im Durchschnitt. Von der Basis der Wandung ausgehend die strauchartig verzweigten Capillitiensysteme. B 40 fach. Stück eines solchen Systems. Die Stränge sind an der Basis und an den Verzweigungsstellen plattenartig, z. Th. schwimmhautartig erweitert. Bei a Anastomosenbildung feinerer Aeste. C natürliche Grösse. *Reticularia Lycoperdon.* Reifer Fruchtkörper. D und E 700 fach. Sporengruppen. Die Sporen bilateral mit einseitiger Wärzchensculptur.

2. Die Stereonemata der Peritricheen.

Während die Stereonemata der Stereonemeen das Innere der Frucht durchsetzen, sind die Stereonemata der Peritricheen der Sporocystenhaut an- resp. eingelagert. Sie lassen sich daher auffassen als localisirte Verdickungen dieser Haut. Fast stets bilden sie ein zusammenhängendes System (peripherisches Capillitium) in Form eines Gitters oder Siebes. Je nachdem die Stereonemata nur in Leistenform zur Verwendung kommen oder neben der Leistenform auch noch die Plattenform auftritt, erhält das Gerüst eine

Digitized by Google

besondere Physiognomie. Variirt werden die Gerüstbilder ausserdem noch durch verschiedene Grösse und Form jener Elemente, sowie durch die Modi der Anordnung derselben, was Beides theilweis zur Fruchtform in Abhängigkeit steht.

Es lassen sich etwa folgende Typen der Anordnung unterscheiden: 1. der

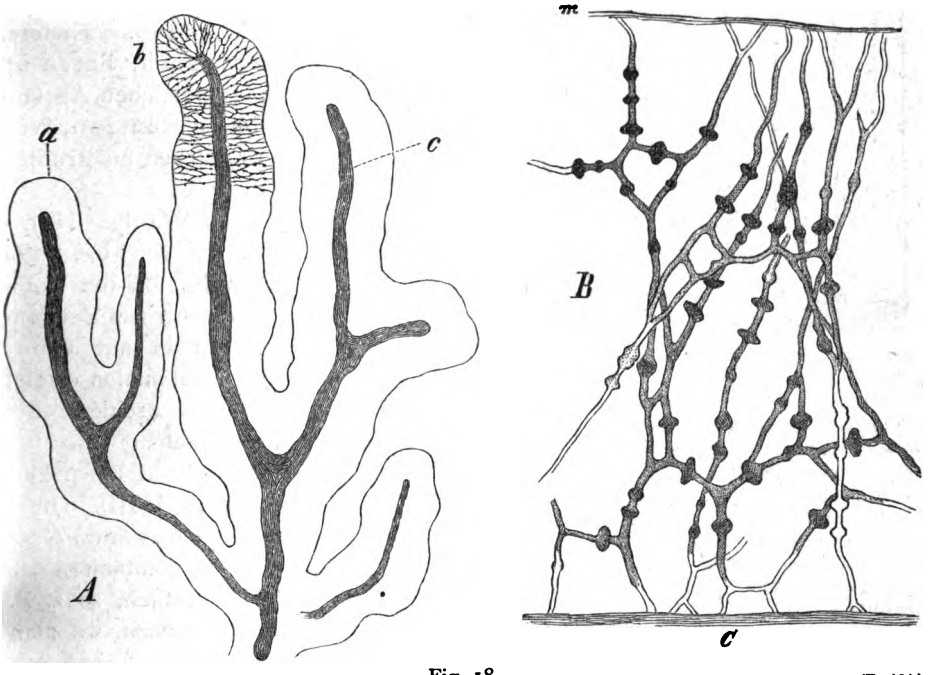


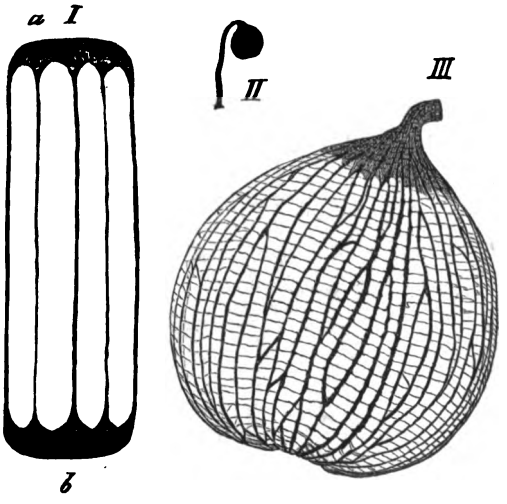
Fig. 18. (B. 464.)

Spumaria alba (BULL.) A 30fach, Fragment des Fruchtkörpers *(Aethaliums)* im Längsschnitt. Dasselbe ist strauchartig verzweigt, c die ebenfalls verzweigte *Columella*, a die Fruchtwand. Bei b ist ein Theil des *Capillitiums* ausgeführt. B 300fach. Fragmentchen des *Capillitium*-Systems. Seine Stränge laufen von der *Columella* c nach der Wandung m, sind verzweigt, mit Anastomosen versehen und durch knoten- oder knopfförmige Anschwellungen ausgezeichnet, bis auf die der Membran und der *Columella* ansitzenden Enden sind sie dunkel (braunviolett) tingirt.

Laternentypus (Fig. 19, I). Man findet ihn bei *Clathroptychium rugulosum* WALLR.). Hier haben die Sporocysten die Form von 4—8seitigen Prismen. Die Seitenflächen derselben bestehen aus einer sehr zarten Haut, die Endflächen dagegen (I, a, b), welche flache kappenartige Wölbung zeigen, sind verdickt, derb und mit eben so viel Zipfeln versehen, als Kanten da sind. Von jedem Zipfel der oberen Kappe aus geht nun ein nach der Kante, also vertikal verlaufender Capillitium-Strang nach dem entsprechenden Zipfel der basalen Kappe. Ist also z. B. ein Früchtchen 5seitig, so zeigt es 5, ist es 7seitig, 7 verticale, getrennte Capillitium-Stränge. Nur selten tritt ein Seitenzweig oder eine Anastomose auf, die Stränge sind also in der Regel ohne gegenseitige direkte Verbindung. Sie bilden mit der oberen und unteren Verdickungskappe ein Gerüst, das etwa dem Gerüst einer prismatischen Laterne vergleichbar ist (Fig. 19, I).

2. Der Leitertypus. Er kommt bei *Dictydium cernuum* vor. Hier sind an der birnförmigen Fruchthaut kräftigere und feinere Schmalleisten in der Weise gelagert, dass die ersteren in Richtung von Längenmeridianen, die letzteren in der Richtung von Breitenkreisen liegen und Quervorspannungen zwischen jenen darstellen (Fig. 19, III).

Digitized by Google



(B. 465.) Fig. 19.

I Halbschematisches Früchtchen von *Clathroptychium rugulosum* WALLR. a die obere, b die untere derbere kappenförmige Partie der Fruchthaut. Die senkrecht zwischen beiden Kappen verlaufenden 5 Linien stellen die in den Kanten der Frucht liegenden Stereonemata dar. II 15fach. Gestielte Frucht von *Dictydium cernuum* PERS. III 80fach. Das peripherische Gerüst von derselben Frucht. Die *Stereonemata* sind in Form von derberen Längs- und feineren Querleisten vorhanden in leiterartiger Combination. Einige Längsleisten zeigen Verzweigung.

3. Der Knotennetztypus. Er ist charakteristisch für manche Cribrarien *(Cr. pyriformis, vulgaris* etc.) und entsteht durch eine Combination von Platten und Leisten. Erstere, meist isodiametrisch, liegen im Ganzen in etwa gleichen Abständen und bilden Centren, von denen die Leistchen ausstrahlen (Fig. 20, I).

4. Der einfache Netztypus, wie er von *Cr. rufa* repräsentirt wird. Bei ihm kommen nur Leisten zur Verwendung und zwar in nur einer Form. Ihre Combination erfolgt in der Art, dass 4seitige oder polygonale Maschen von ungleicher Grösse und Form hervorgehen (Fig. 20, II III). Diese Typen halten sich zwar im Ganzen rein, doch combiniren sie sich auch gelegentlich, so z. B. bei *Didymium cernuum*, wo man mitunter neben dem Leitertypus auch noch den Knotennetztypus antrifft. Sodann ist zu erwähnen, dass bei dem Knotennetztypus die Form der Platten bei verschiedenen Früchtchen derselben Art oft erheblich variirt.

Eine besondere Sculptur wird bei den Stereonemata der Peritricheen stets vermisst.

3. Die Coelonemata.

Hinsichtlich der Gestaltungsweise und der Anordnung der Hohlröhren machen sich etwa drei Typen bemerkbar:

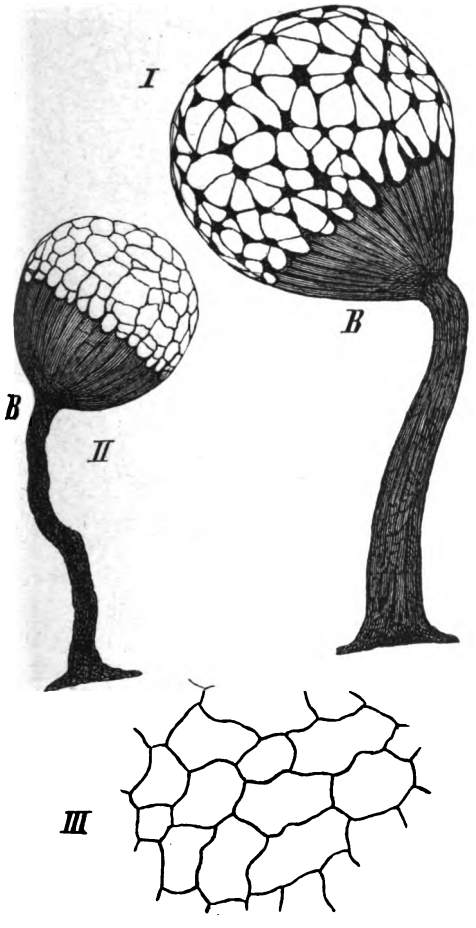
1. Der Elateren-Typus[1]). Seine Hohlröhren sind frei, d. h. nicht mit der Sporencystenwand in Verbindung stehend, fast ausnahmslos an beiden Enden zugespitzt und hier solid, einfach oder nur spärlich verzweigt und nur selten durch Anastomosen verbunden. Nimmt man hierzu noch die höchst eigenartige, in Form von Spiralfalten oder Spiralleisten auftretende Sculptur, so wird man eine gewisse äussere Aehnlichkeit dieser Gebilde mit den Schleuderzellen (Elateren) der Lebermoose nicht leugnen können, ganz abgesehen von der

[1]) Literatur: HEDWIG, Observat. botanic. Fasc. I. Lipsiae 1802. — SCHLECHTENDAL, Ueber die Spiralfaserzellen bei Pilzen. Bot. Zeit. 1844. — CORDA, Ueber Spiralfaserzellen im Geflecht der Trichien. Prag 1857. — HENFREY, Note on the Elaters of Trichia. Transact. of the Linn. soc. of Lond. Vol. 21. — CURREY, On the spiral threads of the genus Trichia. Quart. Journ. of Microsc Science. 1854 u. 1857. — WIGAND, Zur Morphologie u. Systematik der Gattungen Trichia und Arcyria (PRINGSH. Jahrb. III.) — DE BARY, Mycetozoen, pag. 25. — ROSTAFINSKI, Monographie. Taf. XII. — STRASSBURGER, Entwickelungsgeschichte der Sporangien von Trichia fallax. Bot Zeit. 1884.

Digitized by Google

ähnlichen, später noch zu besprechenden physiologischen Bedeutung. Was die Verbreitung des Elaterentypus betrifft, so besitzen denselben nur die Trichiaceen *(Trichia* und *Hemiarcyria).*

Der Regel nach sind die Spiralen im BRAUN'schen Sinne rechts gewunden (d. h. sie gehen auf der dem Auge zugewandten Seite von rechts nach links).



(B. 466.) Fig. 20.

I 65fach. *Cribraria pyriformis* SCHRAD. Sein peripherisches Capillitium besteht aus kleinen eckigen Platten und radial zu diesen stehenden Leistchen. B der basale verdickte Theil der Sporocystenhaut. II 32fach *Cribraria rufa* ROTH. An dem Capillitium fehlt die Plattenbildung. B Verdickte Basalhaut. III 65fach. Fragment des Capillitiums von einer Frucht derselben Art.

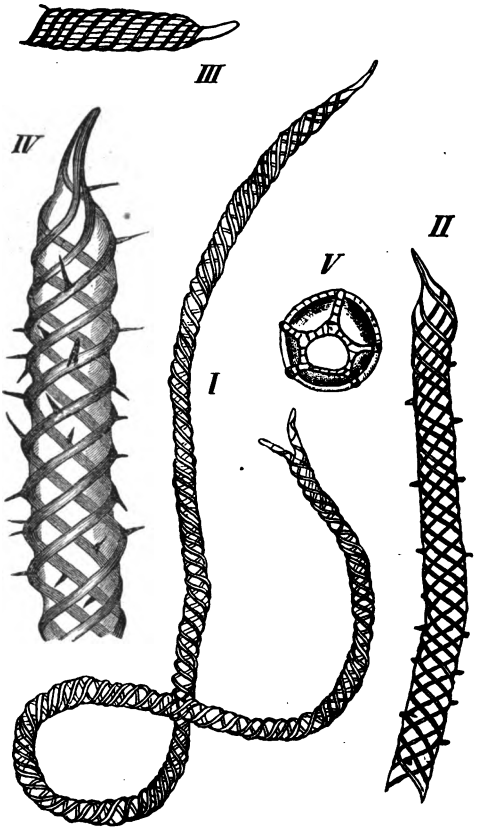


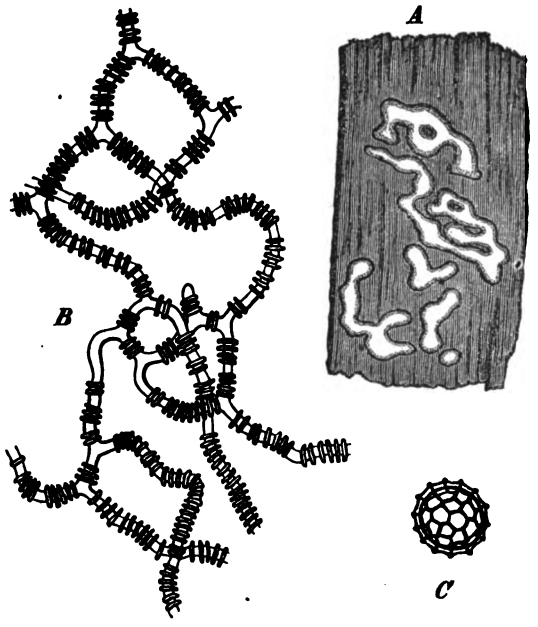
Fig. 21. (B. 467.)

Capillitiumröhren von Trichiaceen. I Röhre von *Trichia varia* mit 2 Spiralfalten. 390fach (nach DE BARY), II Stück einer Röhre von *Trichia Jackii* ROST., mit 3—5 Spiralfalten. ca. 700fach. III Endstück einer Röhre von *Tr. chrysosperma.* Zwischen den Spiralfalten noch feine Längsfalten oder Leisten. 600fach, IV Stück einer Röhre von *Hemiarcyria rubiformis* PERS. mit 4 Spiralfalten, auf denen hie und da noch stachelförmige Fortsätze sitzen (nach ROSTAF., sehr stark vergrössert). V Spore von *Trichia Jackii* mit Netzleisten-Sculptur. 700fach.

Je nach den Arten wechselt die Spiralenzahl zwischen 2 und 5. Zwei Spiralen besitzt z. B. *Trichia varia* PERS. (Fig. 21, I), 3—5 *(Tr. chrysosperma* BULL, *Tr. Jackii* ROST. (Fig. 21, II), *Tr. fallax* PERS., *Tr. fragilis* SOW., *Hemiarcyria clavata* (PERS.) etc. Die oft an derselben Röhre vorkommenden Schwankungen in der

Digitized by Google

Zahl erklären sich einerseits aus Gabelungsvorkommnissen und andererseits daraus, dass hin und wieder eine Leiste nur bis auf eine gewisse Strecke hin fortgeführt



(B. 468.) Fig. 22.

Cornavia serpula WIGAND. A Lohefragmentchen mit Früchtchen und Plasmodiocarpien. 10fach vergr. B Fragment des Capillitium-Systems. Dasselbe ist netzartig, die Röhre überall gleichweit cylindrisch, mit zierlichen, meist in Gruppen stehenden Ringfalten versehen. C Spore mit ihrer netzfaltigen Oberfläche (die beiden letzten Fig. 750fach vergr.).

wird. Eine Complication in der Sculptur kann dadurch eintreten, dass zwischen den Spiralfalten oder Leisten feine brückenartige Fältchen oder Leistchen auftreten, welche gewöhnlich in Richtung der Längsachse der Röhren verlaufen und brückenartige Verbindungen zwischen je 2 Spiralen herstellen *(Tr. chrysosperma)* (Fig. 21, III), oder aber es treten ausser Spiralen noch wärzchen- oder stachelartige Erhabenheiten auf *(Hemiarcyria serpula, H. rubiformis* [PERS.] etc.), die dann gewöhnlich auf den Spiralen selbst stehen (Fig. 21, III).

Innerhalb der Sporocysten liegen die Hohlröhren meistens in grosser Anzahl bei einander und zwar als vielfach durcheinander gekrümmte, schleifenbildende Fäden (Fig. 21, I). Ziemlich spärlich trifft man sie bei *Trichia chrysosperma* BULL. (wenigstens in manchen Früchten).

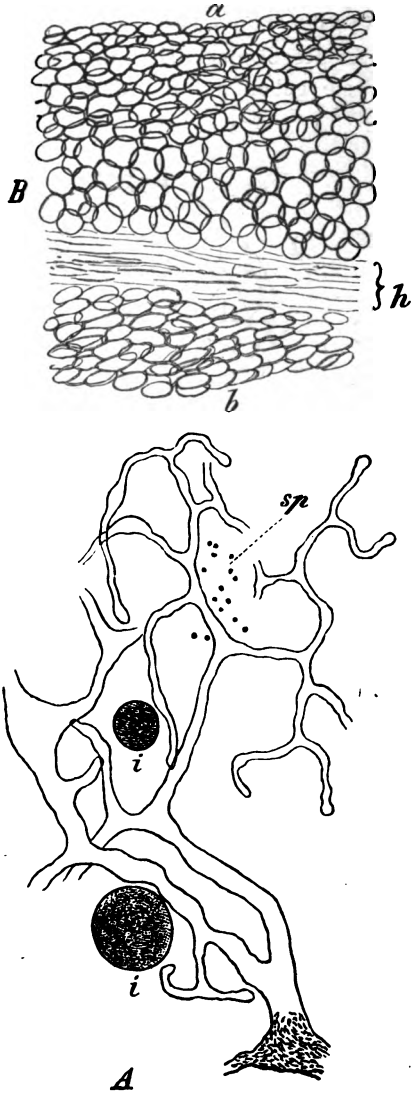


Fig. 23. (B. 469.)

Lycogala flavo-fuscum EHRENB. A Stück einer verzweigten Capillitium-Röhre, sp die Spore, i Excretführende Blasen (ca. 50fach). B Querschnitt durch ein Stückchen der Rinde. Man sieht, dass dieselbe aus vielen Schichten blasenartiger Gebilde zusammengesetzt ist. Nach der Aussenseite a der Frucht und nach der Innenseite b hin sind die blasigen Elemente in radialer Richtung mehr oder minder zusammengedrückt. Den mittleren Theil des Schnittes durchsetzt (bei h) eine Lage erstarrten Hyaloplasmas.

2. Der Arcyrientypus oder Netztypus. In seiner reinsten Form erscheinen

Digitized by Google

die Röhren in allen Theilen gleichweit cylindrisch oder stumpf dreikantig, mit ihren freien Enden der Membran angeheftet und durch zahlreiche Anastomosen zu einem einheitlichen, reich- und relativ engmaschigen Netz verbunden. Als eine weitere Eigenthümlichkeit kommt hinzu, dass die Sculptur niemals in Form von Spiralfalten oder Spiralleisten, sondern entweder in Form von vollständigen oder unvollständigen Ringfalten, oder in Gestalt von Stacheln, resp. Wärzchen, seltener von Netzleisten vorkommt. Charakteristisch ist dieser Typus für gewisse Arcyriaceen *(Arcyria* und *Cornuvia)* und für die Perichaenaceen, doch muss bemerkt werden, dass in der letzteren Familie bereits gewisse Modificationen auftreten, der Art, dass die typische Cylinderform der Röhren nicht immer gewahrt wird und auch die Netzbildung theilweise zurücktritt oder ganz fehlt, wodurch entfernte Anklänge an den erstgenannten Typus entstehen.

Während die Ringfaltenbildung bei *Cornuvia serpula* WIGAND, zu schönster Ausbildung gelangt (Fig. 22, B), finden sich Halbringe bei *Arcyria punicea,* Netzleisten bei *Arcyria dictyonema* ROST., Stacheln bei *Arcyria Oerstedtii* ROST., Wärzchen bei *Lachnobolus circinans* ROST., *Arc. Friesii* BERK und BR. u. s. w.

3. Der Strauchtypus. Er tritt zu dem vorhergehenden durch zwei Momente in Gegensatz: Das eine liegt darin, dass die Röhren mehr oder minder auffällige Ungleichheit bezüglich der Weite ihres Lumens besitzen, das andere darin, dass sie unregelmässig strauchartig verzweigte Systeme mit oder ohne Anastomosen bilden. Dieser Typus ist gleichfalls bei Arcyriaceen *(Lycogala)* und bei den Reticulariacen *(Reticularia)* zu finden, Am prägnantesten erscheint er jedenfalls bei *Lycogala flavo-fuscum* EHRB. (Fig. 23, A). Auch die Sculptur ist, wenn überhaupt vorhanden, eine andere, als beim Arcyriaceentypus.

D. Sporen.

1. Gestalt. Grösse. Zahl. Bau.

Innerhalb der Gruppen der höheren Mycetozoen treten die Sporen, sofern sie isolirt vorkommen, stets in Kugelform auf und nur *Aethaliopsis stercoriformis* Z. macht durch ihre ellipsoïdischen Sporen eine Ausnahme[1]). Wo sie zu mehreren zu geschlossenen Complexen vereinigt sind, werden sie (ähnlich dem *Sorisporium* unter den Brandpilzen), an den Berührungsstellen infolge gegenseitigen Druckes stark abgeplattet, was sehr selten und zwar soweit bekannt, nur bei *Enteridium olivaceum* und *Reticularia Lycoperdon* (Fig. 16, D) vorkommt.[2]) Innerhalb der Gruppe der Monadinen erscheint die Sporenform theils kugelig, theils ellipsoïdisch. Bei einer grossen Anzahl von niederen sowohl als von höheren Mycetozoen findet man ausnahmsweise, bald vereinzelt, bald in grösserer Zahl unregelmässige Sporenformen: So nach meinen Beobachtungen, namentlich bei manchen Vampyrellen, bei *Chondrioderma difforme, Tubulina cylindrica, Perichaena corticalis, Trichia chrysosperma* u. A.

In der Abtheilung der höheren Mycetozoen entspricht der Constanz in der Form eine gewisse Constanz in der Grösse der Sporen, sodass man die letztere in der Regel als Unterscheidungsmerkmal der Arten verwenden kann. Anders verhalten sich in dieser Beziehung die niederen Mycetozoen, wo — in der Regel wenigstens — die Sporengrösse in weiteren oder engeren Grenzen

[1]) Die Dictyosteliaceen und Ceratien-Sporen, die an dieser Stelle eigentlich nicht in Betracht kommen, da sie nicht in Sporocysten gebildet werden, haben die gleiche Form.

[2]) Nach GÖBEL's eben erschienener Mittheilung sind auch die Sporen von *Tetramyxa parasitica* zu mehreren, nämlich in Tetraden vereinigt.

Digitized by Google

zu schwanken pflegt, mithin bei Artunterschieden nicht oder nur in beschränkter Weise Verwendung finden kann.

Im Durchschnitt weisen die Sporen der höheren Mycetozoen geringeren Durchmesser, als die der niederen auf. In Bezug auf jene ist zu bemerken, dass die Physaraceen, Didymiaceen, Amaurochaeten, Trichien relativ grosse (etwa 12—20 μ messende), die Cribrariaceen, Stemoniteen, Liceaceen ziemlich kleine (meist nur 5—9 μ betragende), die Lycogalen die kleinsten (3—6 μ) Sporen besitzen. Unter den erstgenannten Gruppen treten die Badhamien als die grösstsporigen auf.

Die abnorm gestalteten Sporen von *Chondrioderma difforme*, *Tubulina cylindrica*, *Perichaena corticalis*, *Trichia chrysosperma* u. A. erreichen meist auch auffällige Dimensionen. (Während z. B. die normalen Sporen von *Trichia chrysosperma* 11—15 mikr. messen, erreichen die abnormen einen Diameter von 60 mikr.).

In den Früchten der höheren Mycetozoen werden die Sporen im Allgemeinen in beträchtlicher Anzahl erzeugt. Grosse mehrere Centimeter im Durchmesser haltende zusammengesetzte Früchte, wie wir sie z. B. bei *Lycogala flavofuscum*, *Reticularia Lycoperdon*, *Amaurochaete atra*, *Aethalium septicum* antreffen, können Hunderttausende, vielleicht Millionen von Sporen produciren (zumal wenn letztere, wie bei *Lycogala*, ziemlich geringe Dimensionen besitzen).

Im Gegensatz dazu bilden die Sporocysten der Monadinen nur eine geringe Anzahl Sporen, meistens nur eine *(Pseudospora, Vampyrella)* oder wenige (eine mehrsporige Varietät von *Pseudospora infestans*, *Enteromyxa paludosa* etc.). In der ganzen Gruppe der Mycetozoen sind die Sporen einzellig. Die Membran erscheint als derbe continuirliche Haut, die in den bei weitem meisten Fällen keinerlei Lamellenstruktur erkennen lässt. Eine deutliche Differenzirung in zwei Schichten, deren äussere als *Exosporium (Exine)* und deren innere als *Endosporium (Intine)* zu deuten wäre, kommt bei den höheren Mycetozoen gar nicht, bei den niederen nur bei wenigen Arten mit dickwandigen Sporen vor.[1]) Bildung besonderer Austrittsstellen in Form von Poren oder Deckelchen ist eine seltene Erscheinung, die bisher nur bei einer Art, *Pseudosporidium Brassianum* beobachtet ward, wo die Membran mit einem Deckelchen versehen erscheint (Fig. 24, XIV bei o).

Die Oberfläche der Membran bleibt in manchen Fällen glatt, namentlich bei den Monadinen, in anderen nimmt sie eine besondere, den Kryptogamensporen ähnliche Sculptur an, die theils in Form von Wärzchen oder Stacheln, theils in Form von Leisten auftritt, die meistens zu einem bald engeren, bald weiteren Maschennetz *(Cornuvia serpula* (Fig. 22, C), *Trichia chrysosperma* (Fig. 21, V) verbunden werden und ihrerseits wieder mit Wärzchen oder Stacheln besetzt sein können.[2]) Gewöhnlich ist die Sculptur gleichmässig über die ganze Oberfläche gelegt, und nur als Ausnahmefall bleibt eine Hälfte ganz frei von ihr. Eben so selten ist bilaterale Ausbildung der Sculptur. Sie findet sich z. B. bei *Reticularia Lycoperdon* (Fig. 16, D) und *Haplococcus reticulatus* Zopf, wo die eine Seite der Spore bloss Netzleisten, die andere ausser dieser Form noch 3 in Pole zusammenstossende Leisten zeigt, wodurch eine gewisse Aehnlichkeit mit manchen Farnsporen hervorgerufen wird.

[1]) Ich fand solche Mycetozoen als Schmarotzer in den Oosporen von Oedogonien, Vaucherien etc.

[2]) Ob die Leisten eher als Faltungen denn als Verdickungen aufzufassen sind, ist wohl für *Trichia* und *Cornuvia* zu bejahen.

Digitized by Google

Fast immer rührt das Colorit der Sporen von einer Tinction der Membran her, so bei allen bekannten höheren Mycetozoen; hie und da bei niederen Formen verdankt die Spore ihre Färbung dem Inhalt *(Vamprella Spirogyrae* z. B.). Eine ganze Gruppe der Eumycetozoen zeichnet sich durch kräftiges dunkles Colorit (Violett oder Violettbraun) aus. Es ist dies die Gruppe der Stereonemeen (Physaraceen, Didymiaceen, Spumariaceen, Amaurochaetaceen). Diluirte und meist hellere Färbungen findet man bei den Peritricheen (Cribrariaceen) und Coelonemeen (Trichiaceen, Arcyriaceen, Liceaceen, Perichaenaceen).

Was die chemische Beschaffenheit der Membran betrifft, so zeigt sie bei zartwandigen, farblosen oder nur diluirt gefärbten Sporen z. B. von *Lycogala epidendrum,* von manchen Arcyrien, von *Trichia varia* mit Jod und Schwefelsäure Celluloseähnliche Reaction; auch die Sporenhäute mancher Monadinen, wie der Vampyrellen und Verwandter sind cellulosehaltig. Nach HÄCKEL ist die Sporen-Membran von *Myxastrum radians* verkieselt. Dem Sporenplasma eingelagert finden sich mitunter Fremdkörper von meist bräunlicher Färbung. Sie sind als unverdaute Ingesta-Reste anzusprechen. Bei der Bildung der Sporen wurden sie zufällig mit eingeschlossen. Soweit mir bekannt kommen in der Gruppe der niederen Mycetozoen derartige Einschlüsse nicht vor. Hier werden die unverdaulichen Reste vor der Sporenbildung stets aus dem Plasma ausgeschieden. Wohl aber kann man sie bei den höheren Pilzthieren beobachten. So traten sie mir z. B. in abnorm grossen Sporen von *Chondrioderma difforme (= Didymium Libertianum)* häufig entgegen und zwar in Form 1—2 dicken, bräunlichen, von einer Vacuole umschlossenen Klumpen. In normal grossen Sporen jener Species fand ich sie ebenfalls, nur zeigten sie hier entsprechend geringere Dimensionen und kamen stets in der Einzahl vor. Aehnliche Beobachtungen theilte bereits DE BARY mit, doch ohne auf die Deutung der Einschlüsse einzugehen.

Bei einigen Repräsentanten der Monadinen-Gruppe konnte ich im Sporenplasma regelmässig stark lichtbrechende krystallähnliche Körper nachweisen, die sich in ziemlich concentrirter Salzsäure ohne Gasentwicklung lösten und wahrscheinlich Krystalle von oxalsaurem Kalk darstellen (Fig. 35, F). Sie fanden sich auch in der Amoebenform vor (Fig. 35, E).

In den Sporen der Mycetozoen findet sich, wie in allen Kryptogamen-Sporen stets eine grössere oder geringere Menge von Reservestoffen aufgespeichert, welche als Bildungs- und Ernährungsmaterialen für die beim Keimungsprocesse entstehenden Zellen (Zoosporen oder Amoeben) Verwendung finden. Dieses Reservematerial kommt in 2 Formen vor, nämlich als feinere oder gröbere, mehr oder minder stark lichtbrechende Körnchen, oder in Gestalt relativ grosser stark lichtbrechender Massen von Tropfenform. Die chemische Natur dieser Massen bleibt noch zu ermitteln. In grösseren Mengen verdecken dieselben ganz oder theilweis den übrigen Inhalt, insbesondere auch den so schwach lichtbrechenden, relativ kleinen Kern, den sie übrigens vollständig umkapseln können. Der Nachweis dieses letzteren Körpers wird dadurch natürlich sehr erschwert. Wie ich an verschiedenen Monadinen constatiren konnte, macht das Reservematerial unter gewissen Verhältnissen Wanderungen vom Centrum nach der Peripherie, auch können Verschmelzungen und Theilungen der Körner und Tropfen vorkommen.

Folgende Beispiele mögen zur Erläuterung des Dargelegten dienen: Der in

Digitized by Google

Cladophora lebende *Gymnococcus perniciosus* ZOPF zeigt in jungen Sporen das Reserveplasma in Form von Körnchen, welche in dichter Lagerung den übrigen Inhalt in Form eines peripherischen Mantels umkleiden. Zur Zeit, wo die Reife eingetreten, fand ich diese Körner zu einem einzigen grossen Tropfen zusammengeflossen. Aehnlich verhielten sich *Diplophysalis stagnalis* und *Nitellarum*, sowie *Pseudospora parasitica*. Bei *Pseudospora aculeata* ZOPF lagert sich das Reservematerial polar in Form zweier Menisken. *Gymnococcus spermophilus* ZOPF, in Sporen von *Cylindrospermum*, bildet einen sehr grossen excentrischen oder zwei minder grosse in den Brennpunkten des Ellipsoïds liegende Tropfen. Sie wandern später den Polen zu, Meniskenform annehmend, und jetzt kann man den früher verdeckten, schön amoeboiden Kern in seinen Bewegungen beobachten.

Die Sporen von *Vampyrellidium vagans* ZOPF enthalten als Reservematerial feine Körnchen, die auch bei längerem Eintrocknen niemals zu grösseren Massen zusammenfliessen.

2. Keimung[1]).

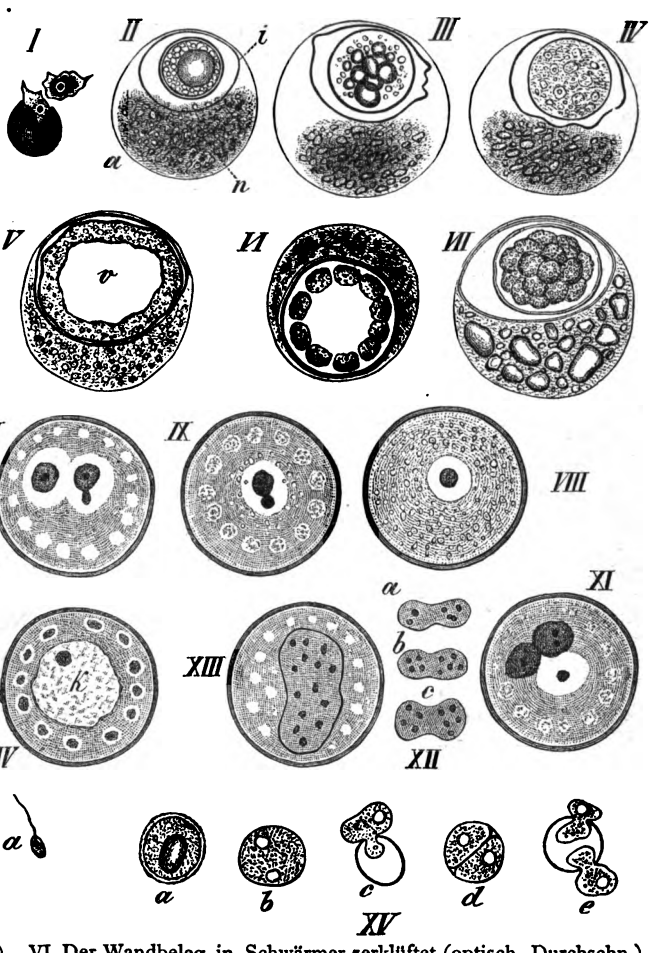
Am längsten bekannt und genau für eine ganze Anzahl von Formen namentlich durch DE BARY untersucht sind die Keimungserscheinungen bei den höheren Mycetozoen. Sie treten hier in einer gewissen Einfachheit auf, sind leicht zu erzielen und in ihrem Verlauf ohne Schwierigkeiten zu beobachten. Man braucht nur Sporen irgend welcher Art auf ein für sie passendes, vorher angefeuchtetes Substrat auszusäen, so wird man meistens schon nach 6—24 Stunden zum Resultate kommen. Die Spore schwillt zunächst durch Imbibition von Wasser etwas auf, gleichzeitig treten 1—2 kleine contractile Vacuolen auf. Endlich platzt infolge des Druckes der Plasmamasse die Sporenhaut, und der Inhalt schlüpft in Form von einem (seltener 2) Schwärmern durch den Riss aus. Enthält das Schwärmerplasma unverdaute Nahrungsreste, so werden diese vor dem Ausschlüpfen abgeschieden. Die meisten Monadinen weisen complicirtere Keimungsverhältnisse auf, doch sind nur wenige Formen bisher genauer untersucht.

Was die Frage nach dem Verhalten solcher Sporen betrifft, welche reich an Reservematerial sind, so lässt sich diese für *Diplophysalis Nitellarum*, wo ich sie untersuchte, folgendermassen beantworten. Das Reservematerial ist hier vorhanden in Form eines grossen centralen oder excentrischen, oft das Lumen der Zelle fast ausfüllenden Körpers, der den Kern vollständig verdeckt (Fig. 24, II). Die Keimung wird dadurch eingeleitet, dass dieser Körper sich auflöst in kleinere (Fig. 24, III), zuletzt in sehr kleine Theilchen, welche das Plasma nun gleichmässig durchsetzen (Fig. 24, IV). Um diese Zeit vergrössert sich das Volumen der Zelle nicht unbeträchtlich und die Membran wird dünner. Später nimmt die Aufschwellung häufig so bedeutend zu, dass die secundäre Sporocystenhaut ganz von der Spore ausgegefüllt erscheint und nun beide Häute wie eine erscheinen (Fig. 24, V, VI). Darauf tritt in dem körnigen Plasma eine Abscheidung von wässriger Flüssigkeit auf, welche sich in Bildung von Vacuolen documentirt. Durch Zusammenfliessen der letzteren entsteht eine grosse centrale Vacuole (Fig. 24, V v) und damit wird das Plasma zu einem dicken, hohlkugelförmigen Wandbeleg. Durch Zerklüftung desselben werden je nach der Grösse der Sporen 20—40 Portionen gebildet, deren jede einem Schwärmer entspricht (Fig. 24, VI, VII). Diese durchbohren an den verschiedensten Stellen die Sporenhaut und die um-

[1]) Literatur: DE BARY, Mycetozoen, pag. 79. — CIENKOWSKI, Das Plasmodium (PRINGSH. Jahrb. III). — BRASS, Biologische Studien, Heft 1, pag. 70—74. — BORZI, *Protochytrium Spirogyrae*, Nuov. Giorn. bot. ital. Vol. XVI, Heft 1.

Digitized by Google

(B. 470) Fig. 24.



Auskeimung der Sporen. I 390fach. Spore von *Chondrioderma difforme (Did. Libertianum)*, in der Auskeimung begriffen. Aus der geplatzten Haut tritt soeben eine Zoospore aus, eine zweite ist bereits ausgeschlüpft. Der rundliche zurückbleibende Körper ist ein Schleimklümpchen (nach DE BARY). II—VII Sporocysten mit Dauersporen von *Diplophysalis Nitellarum* CIENK. in den verschiedenen Stadien der Auskeimung. 540 fach. Zwischen der äusseren primären (a) und der inneren, secundären (i) Cystenhaut liegen zur Seite geschoben Nahrungsreste (n), in allen Figuren zu sehen und aus verändertem Chlorophyll oder aus Stärke bestehend. II Vor der Keimung, im Innern der Dauerspore ist noch der grosse fettartige Körper zu sehen und peripherisch Reserveplasma in Körnerform. III Die fettartige Masse löst sich in grössere und kleinere Tropfen auf. IV Der Inhalt der Spore ist feinkörnig geworden. V Das Plasma hat sich infolge der Bildung einer grossen Vacuole v wandständig gelagert) optischer Durchschnitt). VI Der Wandbeleg in Schwärmer zerklüftet (optisch. Durchschn.). VII Maulbeerartiger Schwärmerhaufen von oben gesehen. VIII—XIV *Pseudosporidium Brassianum* ZOPF (stark vergr.; nach BRASS). Dauersporen in verschiedenen Stadien der Auskeimung. VIII Das Plasma ist noch gleichmässig körnig. IX Das Plasma ist peripherisch in helle Kugeln zerfallen; neben dem Kerne tritt eine grössere Kugel von stark chromatinhaltiger Substanz auf. Die Kugel hat sich abgelöst und es wird eine zweite in der Nähe des Kerns abgeschieden. XI Beide verschmelzen. XII a Die beiden Körper sind zu einer Bisquitfigur verschmolzen, in der lebhafte Kerntheilung stattfindet. b c Es sind bereits 9 Kerne gebildet. XIII Der Körper ist gross schuhsohlenförmig und chromatinärmer geworden; er enthält 14 Kerne. XIV Spore im optischen Durchschnitt. Im Centrum der alte Kern k, peripherisch die noch nicht ganz ausgebildeten Schwärmer mit ihren Kernen; o Austrittsstelle, durch ein Deckelchen verschlossen; a ein freier Schwärmer. XV *Protomonas Spirogyrae* BORZI Keimungsstadien der Dauersporen, 350fach, nach BORZI. a Spore mit dem grossen Fettkörper. b Der Körper hat sich aufgelöst und es sind 2 Vacuolen aufgetreten. c Der Inhalt hat sich zu einer eben ausschlüpfenden Amoebe umgebildet. d Theilung des Sporeninhalts in 2 Amoeben. e Ausschlüpfen desselben.

gebenden Cystenhäute und gelungen so ins Wasser. Das Verhalten des Sporen-Kernes während der Keimungserscheinunen zu studiren, verhindert leider das massige Reservematerial.

Unter den niederen Mycetozoen zeigen nur wenige die einfache Keimungsweise der höheren: so *Vampyrellidium vagans* (unter den Vampyrelleen), dessen Sporeninhalt ohne weitere besondere Vorbereitungen zur Amoebe wird.

Der gleichfalls einfache Keimungsprocess von der Pferdemist bewohnenden

Digitized by Google

Bursulla crystallina SOROKIN hat insofern etwas ganz Eigenthümliches, als das Keimungsprodukt sich sofort zur Amoeben erzeugenden Zoocyste umformt. Der Vorgang stellt sich nach SOROKIN's Untersuchungen in der Weise dar, dass der Sporeninhalt aus der gesprengten Haut heraustritt und sofort zu einem gestielten Körper umgeformt wird, der sich mit Membran umgiebt und später sein Plasma zu Amoeben umbildet.[1])

Einen eigenthümlichen Modus der Dauersporen-Keimung hat BRASS beobachtet an einem nicht näher benannten *Mycetozoum*, das ich zu den Pseudosporeen stelle und als *Pseudosporidium Brassianum* bezeichnen will. Ich lasse die Beobachtung nach BRASS's Darstellung folgen: Man sieht an den Sporen (Fig. 24 VIII) central den Kern, um ihn herum helles Plasma (Ernährungsplasma) um dieses körniges Plasma (Nahrungsplasma) und peripherisch helles feinkörniges Plasma (Athmungsplasma). Bald beginnt das Nährplasma seine assimilatorische Thätigkeit, es durchsetzt die ihm zunächst liegende Partie des Nahrungsplasmas, verdaut die Körner in demselben und bewirkt schliesslich eine ganz feinkörnige Ausbildung desselben. Dieser Prozess vollzieht sich bei etwa 16° schon innerhalb 12 Stunden. Dabei wird der Kern heller und hebt sich nicht mehr so scharf vom umliegenden Nährplasma ab. Nun bilden sich in kurzer Entfernung von der Cystenwand kleine kugelige Plasmaballen, welche in geschlossener Schicht die centralen Plasmamassen umlagern (Fig. 24, IX). Sodann tritt eine eigenthümliche Neubildung in der Nähe des Kerns auf. Neben dem letzteren entsteht nämlich ein zunächst kleiner, kernartiger Körper von starkem Lichtbrechungsvermögen (Fig. 24, IX). Derselbe rückt gegen den Kern hin, worauf letzterer amoeboïde Bewegungen ausführt, wie wir sie bei der Kerntheilung kennen lernten. Nachdem jener kugelige Körper beträchtlich gewachsen ist, entfernt er sich vom Kern (Fig. 24, X) und man bemerkt nun in jenem einen kleinen Kern. Dicht neben dem primären Kern bildet sich dann ein zweiter kugeliger Körper (Fig. 24, XI). Beide Körper wachsen nun unter Nahrungsaufnahme schnell, rücken gegen einander und verschmelzen sodann zu einem bisquitförmigen Körper (Fig. 24, XII). Gewöhnlich sind kurz vor dieser Verschmelzung aus dem Kern des zuerst gebildeten Körpers zwei neue Kerne hervorgegangen, so dass die bisquitförmige Figur 3 Kerne aufweist.

Färbt man die Dauerspore, die das letztere Stadium zeigt, nach Fixirung mit Chromsäure durch Borax-Carmin, so findet man, dass sich die peripherischen Schichten nur ganz blass färben, der ursprüngliche Amoebenkern eine tief dunkle Färbung zeigt, die bisquitförmige Figur sich in einem Mitteltone färbt, während die Kerne in derselben tief-dunkelrothe Tinction erfahren. Dem neuen Plasmakörper fällt nach BRASS die Function der Fortpflanzung, der Schwärmerbildung zu (Fortpflanzungsplasma). Auffällig sind die amoeboïden Bewegungen, welche zum Zweck der Aufnahme von Nahrungsplasma, welches sich in Ballen peripherisch abgeschieden hat, dienen. Infolge dieser Nahrungszufuhr vergrössert er sich, während gleichzeitig die Zahl seiner Kerne sich mehrt. Die Vergrösserung schreitet schliesslich so weit, dass er das centrale Plasma in Kugelschalenform umlagert. Um jeden Kern sieht man jetzt eine helle Plasmazone (XIV), da wo diese Plasmazonen aneinander grenzen, ist feinkörniges Plasma vorhanden. Jede Plasmaportion mit ihrem Kern wird zu einem Schwärmer.

Nach den Beobachtungen des genannten Autors bleibt während der Entwicklung der für die Schwärmsporenbildung bestimmten Kerne

[1]) Siehe die bei *Bursulla* stehenden Figuren u. Erkl.

Digitized by Google

merkwürdiger Weise der ursprüngliche Kern des Individuums sammt dem umgebenden Nährplasma bestehen (Fig. 24, XIV k). Erst später verschwinden beiderlei Inhaltstheile, indem sie zur Ausbildung der Schwärmsporenschicht aufgebraucht werden, so dass schliesslich nur noch ihre körnigen Reste vorhanden sind. Ob der soeben geschilderte, höchst eigenartige Modus der Dauersporen-Keimung auch bei anderen niederen Mycetozoen zu finden, bleibt noch zu ermitteln.

Endlich hat BORZI[1]) den Keimungsvorgang von *Protochytrium Spirogyrae (Protomonas Spirogyrae)* näher studirt. Hier wird der grosse fettreiche Körper inmitten der Dauerspore (Fig. 24, XV a) aufgelöst und in der Plasmamasse fein vertheilt; dann treten ein bis zwei Vacuolen auf (XV b), und endlich theilt sich der Inhalt, sofern er 2 Vacuolen enthält, in 2 Theile (XV d). Sie werden zu Amoeben und durchbohren die Membran an 2 verschiedenen Punkten (XV e) oder an derselben Stelle. Das Verhalten des Kernes während dieses ganzen Prozesses ist noch unbekannt. Vor oder während der Keimung wird die Sporocystenhaut aufgelöst und die Spore auf diese Weise frei.

II. Das Plasmodiocarp.

Wie schon ältere Botaniker (BATSCH, PERSOON, NEES etc.) constatirten, bilden

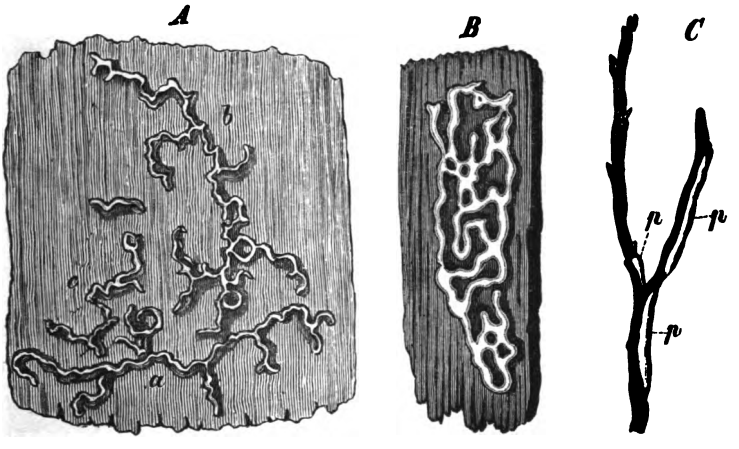


Fig. 25. (B. 471)

A Rindenstück mit drei Plasmodiocarpien (a b c) von *Physarum sinuosum* BULL., deren Seitenzweige frei sind (nat. Grösse). B Plasmodiocarp von *Hemiarcyria serpula* SCOP. einem Holzstückchen aufsitzend. Unregelmässig verzweigt, durch vielfache Anastomosenbildung ein einheitliches Netz bildend (ca. 10fach). C Zweigstück mit drei Plasmodiocarpien (p) von *Lepidoderma Carestianum* RABENH., einfache, d. h. unverzweigte, flache Polsterchen darstellend (nat. Gr.).

manche Mycetozoen Früchte, welche bezüglich ihrer äusseren Ausgestaltung stehen bleiben auf einer dem Plasmodium entsprechenden Formstufe, während sie bezüglich ihrer inneren Structur und Ausbildung durchaus auf der Höhe gewöhnlicher einfacher Sporocysten bleiben. Man bezeichnet solche plasmodienartigen Früchte mit ROSTAFINSKI[2]) als Plasmodiocarpien (Plasmodienfrüchte) oder mit jenen Botanikern als Serpula-Formen. Sie zeigen jedoch, wie

[1]) *Protochytrium Spirogyrae*, Nuov. Giorn. bot. ital. Vol. XVI. 1884. No. 1.

[2]) Versuch eines Systems der Mycetozoen.

Digitized by Google

es scheint, niemals die durch so reiche Zweig- und Anastomosenbildung bedingte gewöhnliche Plasmodienconfiguration. Vielfach vereinfacht sich der Plasmodiumkörper vor der Fructification wesentlich und zwar durch möglichstes Einziehen der Zweige und Anastomosen und so treffen wir die in Rede stehende Fructification meist nur in einfacher Schlauch- oder Wurmform oder in wenig verzweigten Adersystemen an, die meistens infolge von Anastomosenbildung mehr oder minder ausgesprochenen Netzcharakter tragen. (Die umstehende Fig. 25, sowie Fig. 22, A bringen diese Verhältnisse zur Anschauung. Siehe Erkl.) Da die Plasmodien bei derselben Art bald klein, bald gross ausfallen und häufig sich vor der Fructification fragmentiren, so wird natürlich auch in der Grösse der Plasmodienfrüchte bei derselben Art eine grössere Variation stattfinden (wie schon Fig. 25, A abc andeutet). Was die Verbreitung der Plasmodiocarpien innerhalb der Gruppe betrifft, so fehlen sie den Monadinen und unter den Eumycetozoen den Sorophoreen und Exosporeen ganz, während sie unter den Endosporeen nicht allzuselten vorkommen, den Peritricheen mangeln sie indessen ganz. Unter den Endotricheen wurden sie bei 8 Genera gefunden, die sich auf 6 Familien vertheilen:

Coelonemeen;	Trichiaceen:	*Hemiarcyria Serpula.*
		Hemiarcyria rubiformis, forma plasmodiocarpia.
	Arcyriaceen:	*Cornuvia Serpula.*
	Perichaenaceen:	*Perichaena corticalis.*
	Liceaceen:	*Licea.*
Steronemeen;	Physareen:	*Physarum sinuosum, gyrosum* Rost; *leucophaeum* Fr., γ *flexuosum* Rost., *Ph. Schumacheri,* ε *compactum* Rost.
	Didymiaceen:	*Didymium complanatum* Batsch, *dubium* Rost., *squamulosum* A. u. S., *forma* δ Rost. — *Chondrioderma anomalum* Rost., *reticulatum* Rost., *Lepidoderma Carestianum* Rabenh.

Sie sind aber keineswegs immer die ausschliessliche Form der Fructification, denn einzelne der genannten Arten bilden daneben auch noch gewöhnliche Sporocysten; für einige Species scheint die Plasmodiocarpienbildung indessen die Regel zu sein *(Hemiarcyria Serpula,* Fig. 25, B).

III. Der Fruchtkörper (Aethalium).

Begriff — Vorkommen — Habitus — Gefüge.

Unter einem Fruchtkörper (Aethalium Rostafinski) versteht man seit de Bary eigenthümliche Zusammenhäufungen von Einzelfrüchten in der Art, dass diese ihre Individualität mehr oder minder einbüssen und ein einheitliches, mehr oder weniger geschlossenes Gebilde zu Stande kommt. Diese Fruchtform repräsentirt mithin eine höhere Stufe der Fructification, als die durch die einfache Sporocyste angezeigte. Soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen, kommt sie nur der Gruppe der Endosporeen unter den höheren Mycetozoen zu, fehlt also den Sorophoreen, Exosporeen und allen Monadinen. Sie tritt nur sporadisch in den Unterabtheilungen jener Gruppe auf, wie folgende Uebersicht zeigt:

Peritricheen;	Clathroptychiaceen	*Clathroptychium rugulosum.*
		Enteridium.
	Cribrariaceen	fehlt.

Digitized by Google

Endotricheen; Stereonemeen	Physaraceen	*Fuligo varians* u. *Aethaliopsis stercoriformis*.
	Didymiaceen	fehlt.
	Spumariaceen	*Spumaria alba* BULL.
	Stemonitaceen	fehlt.
	Enerthenemeen	fehlt.
	Amaurochaetaceen	*Amaurochaete atra*.
	Brefeldiaceen	*Brefeldia maxima*.
	Echinosteliaceen	fehlt.
Coelonemeen;	Trichiaceen	fehlt.
	Arcyriaceen	*Lycogala epidendrum* u. *L. flavofuscum* EHRB.
	Reticulariaceen	*Reticularia Lycoperdon* BULL.
	Liceaceen	*Lindbladia* u. *Tubulina cylindrica* BULL, *Tubulifera*|*umbrina* ZOPF.

Es giebt also unter den etwa 200 Arten der *Eumycetozoa* nur etwa 13 Aethaliumbildner.

Bezüglich des Habitus des Fruchtkörpers treten bei den verschiedenen

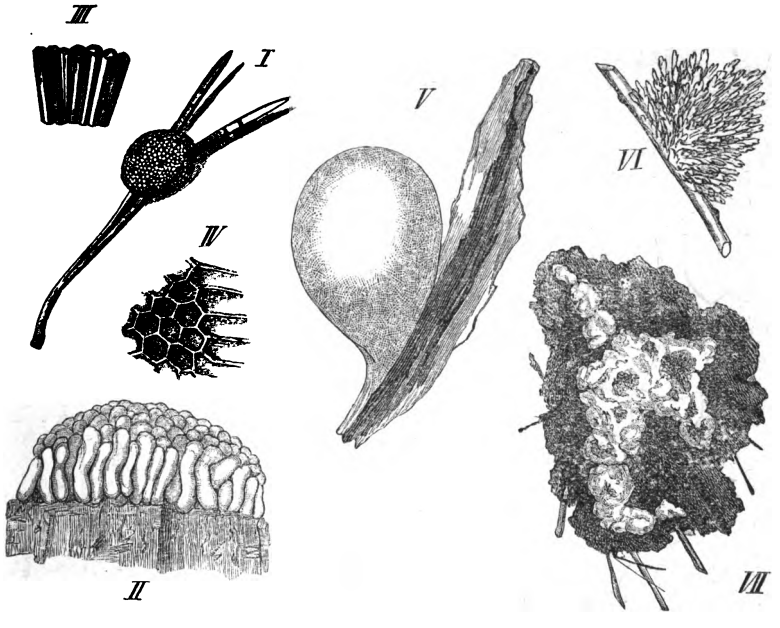


Fig. 26. (B. 472.)

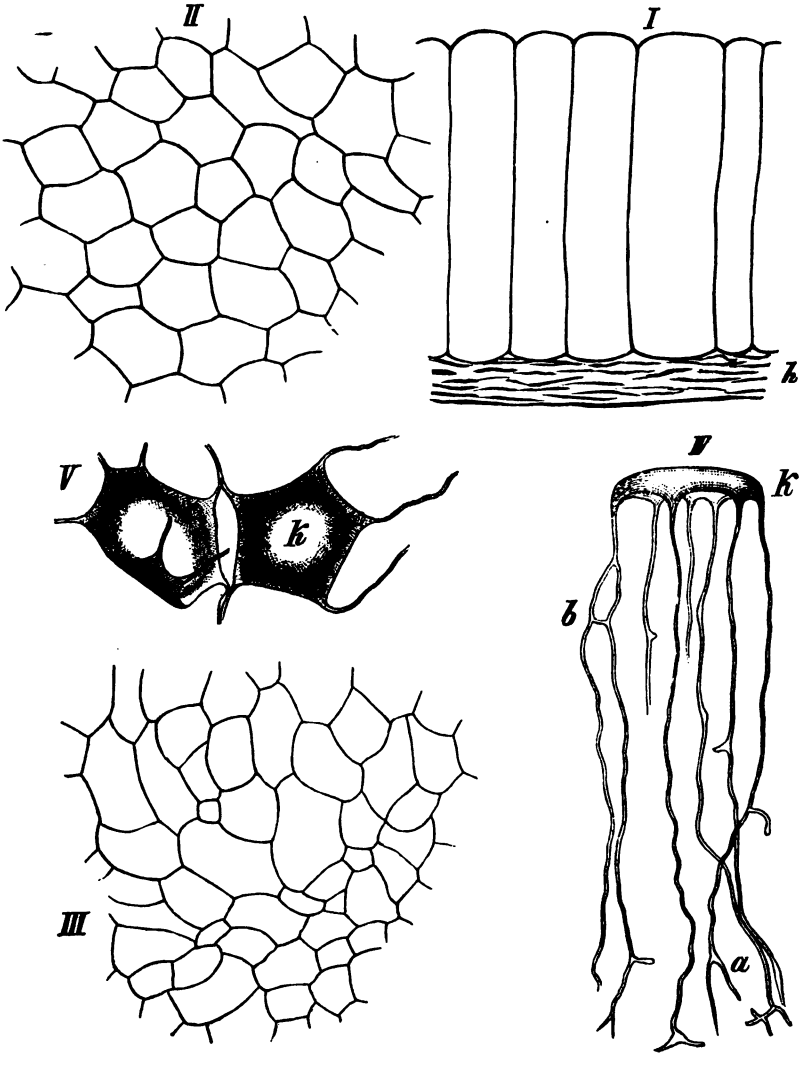
Aethalienformen. I nat. Gr. Ein Aethalium (kleines Exemplar von *Tubulina cylindrica* BULL) auf Kiefernadeln. II etwa 10fach. Kleines Aethalium derselben Art von der Seite gesehen. Die dem Beschauer zugewandten peripherischen Elemente von unregelmässiger, wurstförmiger Gestalt. III Früchtchen aus dem Centrum der Wabe, von regelmässiger prismatischer Form 10fach. IV 15fach. Stückchen einer Wabe mit bereits geöffneten Früchtchen. V nat. Gr. Fruchtkörper von *Lycogala flavo-fuscum* EHRB., einem Rindenstück aufsitzend, von Bauchpilz-(Bovist-)artiger Gestalt. VI strauchförmig verzweigter Fruchtkörper von *Spumaria alba*, nat. Gr. VII Fruchtkörper von *Aethaliopsis stercoriformis* Z. von unregelmässig-wurstartiger Form, nat. Gr.

Arten nicht unerhebliche Verschiedenheiten hervor. Die von *Clathroptychium* bilden niedrige Scheiben, die von *Enteridium*, *Tubulina* (Fig. 26, I II), *Lindladia*, *Tubulifera*, *Reticularia* (Fig. 16, C), *Amaurochaete*, *Brefeldia* Polster, die von *Fuligo*

Digitized by Google

varians grosse kuchenförmige Massen, die von *Aethaliopsis stercoriformis* Hühnerkothartige Körper (Fig. 26, VII), die von *Spumaria alba* reich verzweigte strauchförmige Körper (Fig. 17, A, Fig. 26, VI), die von *Lycogala* endlich rundliche Gebilde von Bovistform (Fig. 26, V).

Nicht minder beachtenswerthe Differenzen stellen sich heraus bezüglich des



(B. 473.) Fig. 27.

Clathroptychium rugulosum WALLR. I 50fach. Verticalschnitt durch ein Aethalium, die prismatischen Früchte sind in eine Schicht geordnet, h Hypothallus. II 50fach. Stück eines Aethaliums, die Anordnung der Einzelfrüchtchen in der Ansicht von oben zeigend. III Stück von demselben Aethalium, von der Unterseite gesehen, die Basaltheile der Früchtchen, in ähnlicher Weise, wie bei II geordnet, 50fach. IV 100fach, ein Einzelfrüchtchen. Die untere Wandung ist wegpräparirt, von der oberen flach kappenförmigen k gehen nach der unteren 7 Capillitiumfasern, die den 7 Kanten der Frucht in ihrer Lage entsprechen. Die Wandung ist bereits obliterirt. Bei a Verzweigung, bei b Anastomosenbildung. V 100fach. Zwei Scheitelkappen, die eine k 5zipfelig, die andere 7zipfelig, mit Fragmenten ihrer Capillitiumfasern.

Gefüges der einzelnen Formen, über das man sich in den meisten Fällen erst auf Vertical- und Querschnitten, zum Theil auch in der Ansicht von oben ge-

Digitized by Google

nauer orientiren kann. Die einfachsten Fälle werden bei *Clathroptychium rugulosum* (Fig. 27) und *Tubulina cylindrica* (Fig. 26, II III) angetroffen, wo die Früchtchen in einer Lage senkrecht und lückenlos neben einander stehen (Bienenwabenform); durch gegenseitigen Druck erlangen sie prismenartige Gestalt (Fig. 18, I, Fig. 26, III). Minder regelmässig sind die Elemente in den Fruchtkörpern von *Fuligo varians* gelagert, woselbst sie vielfach durch einander gewundene oder verflochtene verzweigte und anastomosirende Schläuche darstellen, die theils lückenlos aneinander schliessen, theils kleine Lücken zwischen sich lassen (Geflechtform) (Fig. 29, ABC). Die Aethalien von *Spumaria alba* bestehen ferner, wie bereits angedeutet, aus unregelmässig-verzweigten Einzelfrüchtchen, die durch Anastomosen unter einander verbunden sind. Eine Verflechtung wenigstens der Endzweige findet in der Regel nicht statt, vielmehr bleiben die Zweige frei und so kommen strauchartige, an die Clavarien unter den höheren Pilzen erinnernde Aethalien zu Stande (Strauchform) (Fig. 26, VI, Fig. 17, A). Die reifen Aethalien von *Lycogala*, *Amaurochaete* etc. lassen ein auf ihre Zusammensetzung aus Einzelfrüchten hindeutendes Gefüge überhaupt nicht mehr erkennen, ein Umstand, der damit zusammenhängt, dass die Wandungen der Einzelfrüchtchen entweder gar nicht zur Ausbildung gelangen, oder doch frühzeitig obliteriren.

Die Aethalien erscheinen entweder hüllenlos (nackt) oder mit besonderer Hülle umgeben. Beispiele für den ersteren Fall liefern *Clathroptychium rugulosum* (Fig. 27, V), *Tubulina cylindrica* (Fig. 26, II), *Spumaria alba*, *Aethaliopsis stercoriformis*, *Lindbladia effusa*, für den letzteren *Amaurochaete atra*, *Brefeldia maxima*, *Tubulifera umbrina*, *Reticularia Lycoperdon*, *Fuligo varians* (Fig. 29, CD) und die *Lycogala*-Arten. Jene Hülle ist entweder eine einfache dünne Haut und dann durch Erstarrung des peripherischen Hyaloplasmas gebildet *(Amaurochaete atra)* oder eine sogenannte Rinde, die sich durch grössere Mächtigkeit und meist complicirten Bau auszeichnet (z. B. *Fuligo* [Fig. 29, D], *Lycogala* [Fig. 23, B]).

Uebrigens sind die Aethalien nicht scharf von Lagern der Einzelfrüchte zu trennen, wenn diese dicht zusammengelagert sind oder wie z. B. bei *Stemonitis* oder bei *Didym. physarioides* (Pers.) (Fig. 12, III) einem mehr oder minder stark entwickelten Hypothallus entspringen.

IV. Entwicklungsweise der Sporenfrucht.[1])

a) Entwicklung der einfachen Sporocyste.

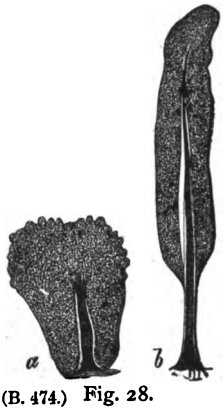
Der Entwickelungsgang gliedert sich, wie schon de Bary zeigte, in mehrere Phasen: die Formung der Frucht, Ausscheidung überflüssiger Stoffe aus dem Plasma, Bildung von Stiel und Sporocystenwand, Anlage und Ausbildung der Capillitien (nur bei den höheren Mycetozoen) und Sporenbildung.

In der Gruppe der Monadinen vollzieht sich der Formungsprocess fast stets in der Weise, dass die Amoebe oder das Plasmodium sich einfach durch allmähliche Einziehung aller Fortsätze zu einem einzigen rundlichen Körper gestaltet. Zu den Ausnahmen gehört *Enteromyxa paludosa* Cienk., deren relativ grosse, meist gestreckte Plasmodien nach Einziehung der Pseudopodien und Abscheidung einer sehr zarten Hülle in mehrere bis zahlreiche Stücke zerfallen, deren jedes sich zu einer eckigen Sporocyste formt. (Vergl. die später gegeb. Abb.)

Literatur: de Bary, Mycetozoen, pag. 55 ff. Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Klein, Vampyrella. Haeckel, Studien über Moneren. de Bary, Morphol. u. Phys. d. Pilze, Flechten und Myxomyceten. pag. 309.

Digitized by Google

Innerhalb der Gruppe der höheren Mycetozoen, wo die Sporocysten stets nur aus Plasmodien, und zwar ziemlich entwickelten, entstehen, werden diese Früchte fast immer in der Mehrzahl angelegt. Doch lassen sich hier zwei, auch schon von älteren Botanikern, wie z. B. FRIES, beobachtete Modi der ersten Formung auseinander halten. Der eine findet sich z. B. bei *Chondrioderma difforme* (PERS.). Hier treten gleichzeitig an verschiedenen Punkten des baum- oder netzförmigen Plasmodiums Anschwellungen auf, die sich durch allmähliches Zuströmen des Plasmas aus den benachbarten Plasmodiumsträngen vergrössern (*Leocarpus*, *Diachea*, *Physarum*-Arten, Didymien etc. gehören gleichfalls hierher). Der andere Modus kommt in schönster Ausprägung bei den *Stemonitis*-Arten und manchen Trichien vor, woselbst das Plasmodium den ursprünglichen, verzweigten Charakter aufgiebt, indem es sich zur einheitlichen, flach kuchenartigen Masse zusammenzieht, an deren Oberfläche sich nun dicht gelagerte papillenartige Anschwellungen bilden, welche sich bald darauf zu Sporocysten weiter entwickeln.



(B. 474.) Fig. 28. *Stemonitis ferruginea*, a junge Sporangiumanlage mit beginnender Bildung der Mittelsäule (12fach). b Sporocyste nach vollendeter Gestaltung; Capillitium und Sporen noch nicht gebildet (15fach). (Aus DE BARY's Morphol. u. Biologie der Pilze.)

Für diese Stemoniten hat DE BARY die Bildung von Stiel und Columella eingehend untersucht: Nach Beginn der Formung tritt in der noch mit breiter kreisrunder Fläche dem Substrat aufsitzenden Sporocystenlage eine axile, hellbraune hohlcylindrische Mittelsäule auf (Fig. 28, a), deren Basis sich in eine dem Substrat aufliegende Haut ausbreitet. Die Mittelsäule wächst durch Verlängerung ihres oberen Theiles stetig weiter, während die Plasmamasse der Anlage sich streckt und an der Basis verschmälert, um endlich mit fortschreitender Vergrösserung der Columella an ihr hinaufzuwandern (Fig. 28, b). Der untere Theil der Columella wird auf diese Weise frei, zum Stiel, und bleibt höchstens umhüllt von der dann faltig werdenden Membran, die sich an der Oberfläche der Plasmamasse abschied.

Die Entstehungsart der Wandung wurde von STRASSBURGER[1]) genauer studirt und zwar an *Trichia fallax*. Die jüngsten Anlagen von deren Früchten erscheinen als flache corallenrothe Höcker. Zarte Längsschnitte durch das gehärtete Plasma zeigen bereits eine Differenzirung in eine ca. 13 mikr. starken Rindenschicht und die innere Plasmamasse. Jene zeigt deutlich durch die Art der Anordnung der Mikrosomen bedingte radiale Streifung und in ziemlich gleichmässiger Vertheilung Zellkerne. Die Oberfläche der Rindenschicht ist bereits von einer sehr dünnen, glashellen Membran umgeben. Jene flachen Höcker beginnen sich nun vom Substrat zu erheben und konische Form anzunehmen. Längsschnitte durch diese Zustände lehren, dass die eben erwähnte Membran an Dicke zunimmt und zwar von unten nach oben, sodass dieselbe bereits am Grunde bedeutende Dicke erreicht haben kann, während sie am Scheitel noch kaum zu unterscheiden ist. Nicht selten ist eine Andeutung von lamellösem Bau, weit häufiger radiale Streifung an ihr zu erkennen. Ihre innere Grenzschicht ist als ein schmales Grenzhäutchen ausgebildet. Schliesslich geht die konische Gestalt der jungen Frucht in die Keulenform über. Ein schmaler Stiel setzt sich

[1]) Zur Entwickelungsgeschichte der Sporangien bei *Trichia fallax*. Botan. Zeit. 1884. pag. 306 ff.

Digitized by Google

gegen die eiförmige Cyste ab. Die Ausbildung der Membran geht nun rasch ihrer Vollendung entgegen. Dieselbe erlangt am Stiel und in den unteren Theilen des Fruchtkörpers eine beträchtliche Dicke, während sie in den oberen Theilen weit schwächer bleibt. Die fertige Membran besteht aus einer starken, glashellen, äusseren, und einer weit scwächeren, gebräunten, inneren Schicht. Letztere erlangt nur am Stiel und in den unteren Theilen des Fruchtkörpers eine merkliche Dicke. Die Aussenfläche der Membran ist von einer zarten Cuticula bedeckt, die aber nur schwach cutinisirt ist. Am Stiel hat die Membran Falten geschlagen. Es hängt dies mit dem Umstande zusammen, dass erst spät ein Theil des Sporocysteninhalts sich nach oben zieht. Die Membran um die unteren Theile der Anlage muss nun auf eine viel engere Cylinderfläche zurückweichen und faltet sich hierbei.« Nach dieser Einfaltung werden noch neue Membranlamellen von innen angelagert, die aber nicht den Falten folgen, sondern über dieselben hinweglaufen. Auch wird zwischen jenen Falten vielfach körnige Substanz eingeschlossen. Alle diese Momente deuten darauf hin, dass die Membran durch Apposition neuer Lamellen wächst. Die Schicht, welche diese Lamellen liefert, ist die oben erwähnte Rindenschicht. So würde also die Sporocystenhaut der höheren Mycetozoen bezüglich ihrer Entstehungsweise mit anderen Zellhäuten übereinstimmen. Fast noch klarer tritt die Lamellenbildung bei den unter dem Abschnitt »Bau der Sporocysten« besprochenen Monadinen *(Vampyrella Spirogyrae, pendula, Diplophysalis* etc.) entgegen, da hier die einzelnen Lamellen in der Regel durch ziemlich weite Zwischenräume getrennt sind. (Vergl. Fig. 10, III—VII).

Die Entstehung des Hypothallus, die übrigens für die verschiedenen Formen noch näher zu untersuchen ist, beruht offenbar in vielen Fällen auch auf wiederholter Abscheidung von Membranlamellen seitens der Rindenschicht des Plasmas.

Die beiden Capillitienformen, die ich als Stereonemata und Coelonemata unterschied, entstehen, wie wir aus den Untersuchungsresultaten DE BARY's[1]) und STRASSBURGER's[2]) zu schliessen haben, in ganz verschiedener Weise: erstere nämlich durch Erstarrung von Hyaloplasma-Strängen, letztere, speciell die Trichia-Röhren (Fig. 21) als Membranen, die eigenthümlicher Weise um langgestreckte, vorwiegend wässrige Flüssigkeit führende Vacuolen angelegt werden. Die den Hohlraum umgebende plasmatische Hautschicht füllt sich nämlich nach STRASSBURGER mit Mikrosomen an, welche dicht aneinander gereiht werden und sonstiger Erfahrung nach zu einer homogenen Membran verschmelzen. Die soliden verjüngten Enden der Hohlröhren von *Trichia fallax* kommen dadurch zu Stande, dass die Mikrosomenreihen sich an beiden Enden der Vacuole strangförmig in das angrenzende Plasma fortsetzen und hier zu einem soliden Strang verschmelzen. Zunächst ist, wie schon DE BARY zeigte, die Röhrenwand, die bald etwas an Dicke zunimmt, glatt, später erst erfolgt die Bildung der Schraubenbänder, indem nach STRASSBURGER die Mikrosomen sich in schraubigen Reihen anlegen. Doch sollen, wenn ich STRASSBURGER recht verstehe, die Mikrosomenreihen nicht die Schraubenbänder selbst, sondern deren Zwischenräume bezeichnen. Aus den Untersuchungen des genannten Forschers folgt mit Nothwendigkeit, dass die frühere Auffassung der *Trichia*-Röhren als »Zellen« unhaltbar ist. Wie es scheint, geht die Capillitium-Bildung der Sporenentwicklung stets zeitlich voran und erfolgt in

[1]) Mycetozoen. pag. 59 ff. 66.

[2]) Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien von *Trichia fallax*. Botan. Zeit. 1884. pag. 305 ff.

Digitized by Google

allen Theilen des Plasmakörpers gleichzeitig. Bei *Trichia fallax* z. B. tritt sie schon zu der Zeit ein, wo die Fruchtanlage sich erst in Form eines rothen konischen Körpers über das Substrat erhebt; bei *Stemonitis* und Didymien fällt ihr Beginn nach erfolgter definitiver Formirung der Sporocysten.

Die Sporenentwicklung, schon früher von DE BARY[1]) an *Stemonitis* studirt, ist neuerdings noch eingehenderen Untersuchungen durch STRASSBURGER[2]) unterzogen worden, welche sich auf *Trichia fallax* beziehen. Jener Forscher hatte bereits constatirt, dass die Zahl der Kerne der jungen Frucht vor der Sporenbildung bedeutende Vermehrung erfährt, von letzterem wurde der genauere Vorgang dahin festgestellt, dass eine Zweitheilung nach im Wesentlichen dem nämlichen Modus erfolgt, wie wir ihn bei den Kernen höherer Organismen kennen. Um die Kerne sammelt sich schliesslich das Plasma zur Sporenbildung. Die Sporengrenzen sind zunächst durch Körnchen, dann durch helle Linien bezeichnet. Die Mitte jeder Anlage nimmt der kleine Zellkern ein. Ihrer dichten Lagerung entsprechend sind die Sporen anfangs polygonal, erst später runden sie sich ab und erhalten, wahrscheinlich durch Auflagerung von Plasmatheilchen, ihre Sculptur.

b) Entwicklung der Aethalien.

Wenn auch im Allgemeinen der vorhin für die einfachen Sporocysten skizzirte Entwicklungsgang für die zusammengesetzten Früchte gleichfalls maassgebend ist, so kommen doch bei letzteren einige Besonderheiten zur Geltung, die wir am Besten für sich betrachten.

Die Genesis der Fruchtkörper ist in eingehender Weise von DE BARY studirt worden, und zwar an der Lohe bewohnenden *Fuligo varians (Aethalium septicum)*; hier lässt sie sich zugleich am bequemsten verfolgen. »Wo die Bildung eines solchen Körpers beginnt, erscheint zuerst an der Oberfläche der Lohe eine Masse von glänzend gelber Farbe und rahmartiger Consistenz, welche auf der Oberfläche mit zahlreichen, oft korallenartig verästelten stumpfen Wärzchen und Läppchen dicht bedeckt ist. Die Dicke der letzteren kommt meist einer starken Borste gleich, oft beträgt sie bis 1 Millim. Durchsucht man die Lohe, welche die eben hervorbrechende gelbe Masse rings umgiebt, so findet man sie in dem ganzen Umkreis und zwar oft auf fussbreite und mehrere Zoll tiefe Strecken von gelben Plasmodien durchzogen. Letztere sind in dem Umkreis des hervorbrechenden Körpers besonders zahlreich, dicht gedrängt, die ihm nächstgelegenen fliessen in ihn über und sind mit seinen Elementen verschmolzen. Durchschnitte durch den in Alkohol gehärteten Körper selbst (Fig. 29, A) lassen leicht erkennen, dass derselbe durchaus von einem reich- und engmaschigen Geflecht gelber Plasmodiumäste gebildet wird, welche nach allen Seiten hin miteinander anastomosiren, auf der Oberfläche in frei endigende, die Läppchen und Warzen darstellende Zweige getheilt sind und sich am Rande des Körpers unmittelbar in die nächstgelegenen in der Lohe kriechenden Plasmodien fortsetzen. Der gelbe Körper nimmt nun eine Zeitlang an Grösse zu und in dem Maasse, als dies geschieht, werden die Plasmodien in seinem Umkreis seltener; hat er seine Massenzunahme vollendet, so sind letztere gänzlich oder bis auf unbedeutende Spuren verschwunden.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass die oft sehr schnell entstehenden Fruchtkörper dadurch zu Stande kommen, dass die in der Lohe zerstreuten Plas-

[1]) DE BARY, Mycetozoen. pag. 58.

[2]) Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien von *Trichia fallax*. Bot. Zeit. 1884.

Digitized by Google

modien von allen Seiten her nach einer Stelle der Oberfläche zusammenkriechen und sich hier zu dem beschriebenen Geflechte vereinigen.

Sämmtliche Theile des Geflechtes haben anfangs den gleichen Bau, wie vor der Vereinigung, alle sind gleichmässig gelb gefärbt. Sobald aber der Zuzug neuer Plasmodien aufgehört und der ganze Körper hiermit seine definitive Gestalt und Grösse angenommen hat, tritt eine Sonderung und Wanderung der bisher überall gleichmässig vertheilten Plasmodiumbestandtheile ein. Aus der ganzen bis 8 Millim. dicken peripherischen Schicht des Geflechtes wandert alle farblose organische Substanz als Sporenplasma in den mittleren Theil. Jener Schicht verbleiben also nur die Plasmodiumhüllen, die Körnchen von aus dem Plasma ausgeschiedenem Kalk und der gelbe Farbstoff; ihre Theile collabiren daher und die ganze Schichte trocknet zur Rinde des Fruchtkörpers zusammen. Andererseits schwellen die Plasmodiumäste der Mittelpartie des Körpers durch das in sie einwandernde Sporenplasma gewaltig an, sodass die Lücken ihres Geflechts oft bis zum Verschwinden verengt werden (Fig. 29, B C) und nehmen nach Vollendung der Plasmawanderung die Struktur der Früchtchen von *Physarum* an.[1])

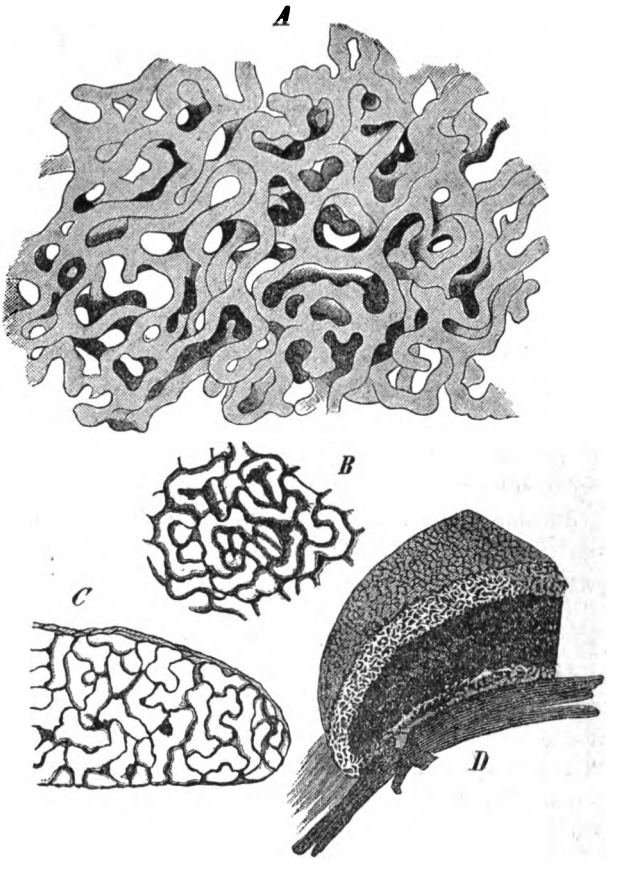


Fig. 29. (B. 475.)

Entwickelungszustände des Fruchtkörpers (Aethalium) von *Fuligo varians (Aethalium septicum)*. A schwach vergr. Stück eines Durchschnittes durch einen in Alkohol erhärteten sehr jungen Fruchtkörper, der noch aus lauter gleichartigen gelben Plasmodiumästen besteht. B 10fach. Stück eines lebenden, fast reifen und daher schon schwarzbraunen, aber noch weichen Fruchtkörpers, von der unteren Fläche gesehen, die dichte Zusammenlagerung der gekrümmten Einzelsporocysten zeigend. C 10fach. Verticalschnitt durch ein mit vorigem gleichaltriges kleines Aethalium mit ähnlicher Anordnung der Sporocysten. D nat. Grösse. Stück eines reifen auf Lohe sitzenden Fruchtkörpers. A u. D nach DE BARY, B u. C nach d. Nat.

Besonders deutlich lässt sich der beschriebene Process des Ausbaues der *Fuligo*-Fruchtkörper, wie schon DE BARY angiebt, verfolgen an den kleinen locker geflochtenen Aethalien, die man so häufig auf Kiefernstümpfen antrifft. Die Aethalienbildung von *Lycogala*, *Spumaria*, *Amaurochaete*, *Reticularia*, *Tubulifera* etc.

[1]) Das Vorstehende ist den »Myxetozoen« DE BARY's entlehnt. Ich selbst konnte die dargelegte Entwicklungsgeschichte durch eigene Beobachtungen bestätigen.

Digitized by Google

dürfte wohl in ganz ähnlicher Weise erfolgen, soweit man dies aus dem Bau der jungen, von DE BARY wenigstens für *Lycogala epidendrum* beschriebenen, und fertigen Zustände folgern darf; doch liegen genauere Beobachtungen über diese Arten nicht vor. Einer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung bedarf insbesondere die Rinde der letzgenannten Aethalien, namentlich auch von *Lycogala*. Ihre Struktur ist hier eine ziemlich eigenthümliche. Für *L. flavo-fuscum* EHRENB., wo ich sie untersuchte, ergab sich Folgendes: Die Rinde besteht hier aus einer Membranmasse, in welche in grosser Menge einen gelben bis braunen Farbstoff enthaltende Blasen (Excretblasen) eingelagert sind (Fig. 23, B); in den mittleren Schichten zeigen sie gerundete, meist kugelige Form, in den peripherischen (der Innen- und Aussenfläche entsprechenden) Lagen (a b) dagegen erscheinen sie in radialer Richtung zusammengedrückt. Eine mittlere Region bleibt bisweilen von jenen Blasen ganz frei und weist dann eine Art von Schichtung auf (h). Die dicke Rinde zeigte sich in den mir vorgelegenen, frisch aus dem Freien geholten Exemplaren zusammengesetzt aus kleinen unregelmässigen Schilderchen, die sich von einander ablösen liessen.

Insofern die Elemente der Aethalien von *Fuligo* schlauchförmige, verzweigte und anastomosirende Sporocysten darstellen, könnte man sie auch auffassen als Aggregate von Plasmodiocarpien.

C. Fructification in nackten Fortpflanzungszellen.

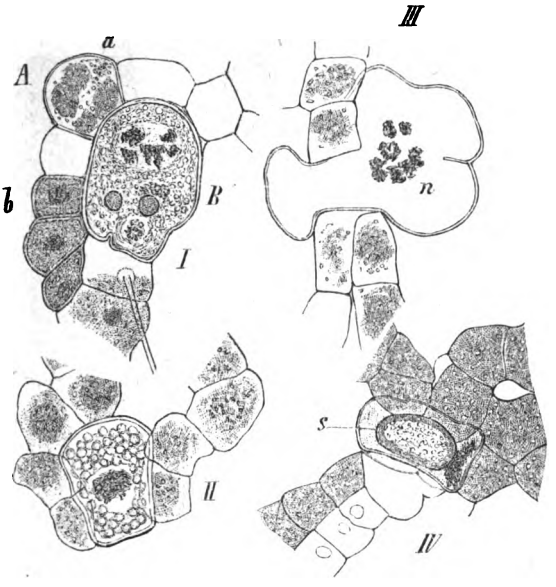
Unter den niederen Mycetozoen sowohl, als unter den höheren kommen vereinzelt einfach organisirte Formen vor, deren Fructification nicht in Cysten, sondern vielmehr in freien, nackten Fortpflanzungszellen besteht, die entweder Zoosporen oder Sporen darstellen. Solche Fortpflanzungszellen gehen aus dem betreffenden vegetativen Zustande (Schwärmer, Amoebe oder Plasmodium) entweder nur in der Einzahl hervor, oder aber der betreffende vegetative Zustand bildet gleich einen ganzen Haufen jener Zellen, ein Vorgang, den man als Sorusbildung bezeichnen könnte. Ein Beispiel für den Fall, dass aus dem Schwärmer eine einzige freie Spore hervorgeht, bietet *Mastigomyxa avida* (die ich bereits in Fig. 1 abbildete); bei *Vampyrellidium* entsteht die freie Spore aus der Amoebe. Das in *Coleochaete* schmarotzende *Aphelidium deformans* Z. (Fig. 30) bildet Schwärmer, welche in die betreffenden Algenzellen eindringen, sich hier zu grossen Amoeben entwickelnd, die den Inhalt der Zellen aufzehren und schliesslich das Lumen derselben ganz ausfüllen (Fig. 30, I B). Der Plasmakörper dieser Amoeben bildet sich zu einem Sorus von Schwärmern um (II). Am Ende der Entwicklung aber gestaltet sich das Plasma der Amoebe zu einer einzigen freien Dauerspore (IV s). Sorusbildung und Bildung einzähliger freier Fortpflanzungszellen kann demnach bei demselben Mycetozoum stattfinden. Ein weiteres Beispiel von Sorusbildung tritt uns bei *Plasmodiophora Brassicae* WORONIN[1]) und bei *Tetramyxa parasitica* GÖBEL[2]) entgegen. Hier wie dort ist es wohl ohne Zweifel der Plasmodienzustand, welcher Sori und zwar von Sporen erzeugt. Sie liegen dort zu Hunderten bei einander, die Sori ahmen die Gestalt der Wirthszellen (Zellen der *Brassica*-Wurzeln) nach.

Bestimmt geformte und zwar Keulen, Spindeln, Warzen etc. von etwa 1—3 Millim. Höhe darstellende Sori (Fig. 31, I II) zeigt die Mist bewohnende

[1]) *Plasmodiophora Brassicae*, in PRINGSH. Jahrb. Bd. XI.

[2]) Flora 1884: Ueber *Tetramyxa parasitica*.

Digitized by Google



(B. 476.) Fig. 30.

Aphelidium deformans ZOPF. I Stück eines Thallus von *Coleochaete soluta* (?) A eine junge Galle mit der bei a angedeuteten jungen Amoebe, b normale Coleochaetenzellen. B eine entwickelte Galle. Die Membran der Zelle ist dick, an einer Stelle gefaltet. Das Innere ist ganz ausgefüllt von dem Parasitenplasma, die dunkeln, z. Th. in Vacuolen liegenden Klümpchen und Körner sind Chlorophyllreste. II Stück eines Coleochaeten-Thallus mit einer entwickelten Galle. Das Parasitenplasma hat sich in eine grosse Anzahl von kugeligen Schwärmern zerklüftet. III Eine eigenthümlich unregelmässige Galle, aus der die Schwärmer ausgeschlüpft sind. n Nahrungsballen. IV Stück eines Coleochaeten-Thallus mit einer nicht stark entwickelten Galle, welche im Innern die Dauerspore des Parasiten und daneben Nahrungsreste zeigt. (Alle Figuren ca. 450fach vergr.)

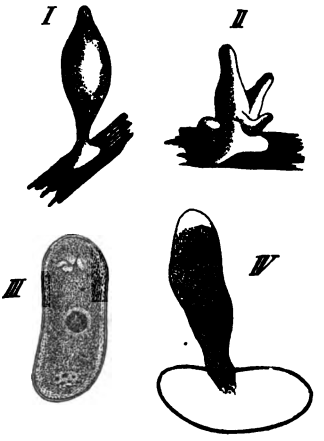


Fig. 31. (B. 477.)

Copromyxa protea FAYOD. I Ein einfacher Sorus von Spindelform. II Ein verzweigter, resp. ausgesprochen — warzig configurirter Sorus. (Beide Fig. schwach vergr.) III Einzelne Spore aus einem solchen Sorus, von Bohnenform und mit deutlichem Kern (1000fach). IV Keimung der Spore; aus der äquatorial gelegenen Oeffnung tritt eben die Amoebe heraus, die charakteristische Limaxgestalt zeigend (1000fach). — Alle Fig. nach FAYOD.

Copromyxa protea FAYOD.[1]) Sie entstehen in der Weise, dass die Amoeben sich in grosser Anzahl, doch ohne eigentliche Pseudoplasmodien zu bilden, zusammenlagern und nun sofort durch Abrundung und Membranbildung zu Sporen werden.

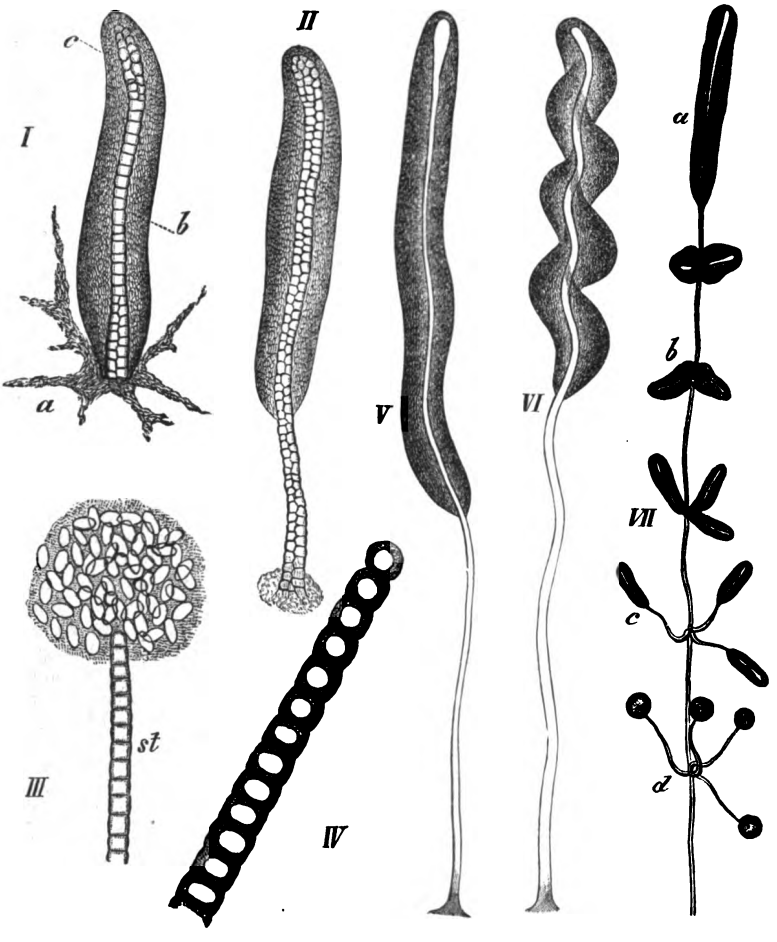
In höherer Ausbildung tritt uns die Sorusbildung bei *Guttulina* und insbesondere bei den dictyostelienartigen Mycetozoen: *Dictyostelium*, *Acrasis*, *Polysphondylium* entgegen, insofern hier eine ausgeprägte Stielbildung hinzutritt.[2]) Nach BREFELD, der diese Objecte am gründlichsten studirte, verläuft die Entwicklung des ganzen Fructifications-Apparates in folgender Art:

Wie wir sahen, bilden die Dictyosteliaceen Pseudoplasmodien, in denen die Amoeben nur dicht zusammengelagert (Fig. 4) nicht aber verschmolzen sind und sich daher durch Druck leicht von einander isoliren lassen. Auch zur Zeit des Beginnes der Fruchtbildung und später bleiben sie getrennt. Sie häufen sich jetzt zu einem etwa konischen Klumpen an, der senkrecht zum Substrat sich erhebt (Fig 32, I). Eine Anzahl dieser Amoeben und zwar diejenigen, welche etwa

[1]) Zur Kenntniss niederer Myxomyceten. Bot. Zeit. 1883.

[2]) Siehe BREFELD, *Dictyostelium mucoroïdes*. Senkenberg. Ges. 1870. — *Polysphondylium violaceum* in Schimmelpilze, Heft VI. — VAN TIEGHEM, Sur quelques Myxomycètes à plasmode agrégé. Bull. Soc. bot. de France 1880.

Digitized by Google



(B. 478.) Fig. 32.

Polysphondylium violaceum BREFELD. Entwicklung der Fructification (nach BREFELD). I Kleine Sorusanlage; bei a noch Theile des Plasmodiums, b Stielanlage, c Masse der Amoeben (120fach). II Eine kleine Sorusanlage weiter entwickelt, die Amoebenmasse beginnt an dem verlängerten Stiel in die Höhe zu kriechen (120fach). III Am oberen Ende des Stieles st ist der Amoebenhaufe bereits zu einem Sorus von Sporen umgebildet (500fach.) IV Stück eines Stieles. Die mit grosser Vacuole versehenen Amoeben sind in einer Reihe gelagert und haben sich bereits mit Membran umgeben (500fach). V Junge Anlage eines später sich verzweigenden Fruchtapparates. Die Masse der Amoeben überzieht den Stiel auf weite Strecken (40fach). VI Dieselbe Anlage etwas später. Die secundären Anlagen beginnen sich bereits in Form von hügeligen Anhäufungen der Amoebenmasse bemerkbar zu machen (40fach). VII Weiterer Zustand. Die Anhäufungen sind im unteren Theile bei d bereits zu secundären gestielten Soris ausgebildet, weiter nach oben hin in verschiedenen Stadien der Ausbildung begriffen (25fach).

axile Lagerung in jenem Kegel haben (Fig. 32, b), nehmen Wasser auf, erhalten in Folge dessen eine sich allmählich vergrössernde Vacuole (Fig. 32, IV) und nehmen hierdurch an Volumen gegen die Masse der übrigen Amoeben zu. Gleichzeitig lagern sie sich in ein oder mehreren Reihen dicht aneinander, dass sie einen axilen Strang (I b) bilden. An seinem oberen Ende wächst derselbe dadurch, dass sich noch andere, gleichfalls vacuolig werdende Amoeben anlagern. Schliesslich scheiden alle diese Strangamoeben eine zarte Haut ab und nehmen infolge ihrer dichten Zusammenlagerung cylindrische oder polyedrische Gestalt an. In dem

Digitized by Google

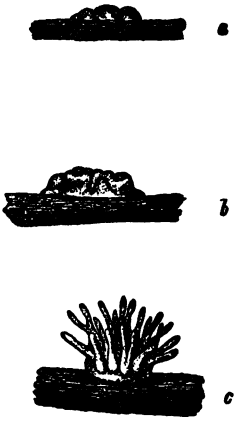
Masse als der axile Strang sich verlängert, wandern die übrigen Amoeben an ihm hinauf (Fig. 32, II) und bilden schliesslich an seiner Spitze einen kugeligen Haufen (Fig. 32, III). Jede dieser Amoeben wird nun zu einer Spore. Auf diese Weise entsteht also ein von einem Stiel (III st) getragener Sporen-Sorus.

Während die Sorus-Fructification von *Dictyostelium* in stets nur einfacher, unverzweigter Form erscheint, kommen bei *Polysphondylium* Combinationen von gestielten Soris nach Art von meist wirteligen Verzweigungssystemen (Fig. 32, VII) vor. Sie entstehen in folgender Weise: Die den oberen Theil des Stieles umhüllende Amoebenmasse (Fig. 32, II, V) häuft sich an einigen oder vielen Punkten des Stieles allmählich zu Hügeln (Fig. 32, VI) an, die häufig Wirtelstellung zeigen und bald kegelige Form annehmen (Fig. 32, VII b). Jeder Kegel bildet sich nun in derselben Weise zum gestielten Sorus aus, wie sie eben charakterisirt worden ist. Der ganze resultirende Fruchtstand erlangt daher grosse Aehnlichkeit mit dem gewisser Schimmelpilze (z. B. *Verticillium*).

Gegenüber den Sporocysten repräsentirt die Sorusbildung offenbar eine niederere Stufe der Fructification.

D. Fructification in Conidien.

Durch Famintzin's und Woronin's Untersuchungen[1]) sind zwei höhere Mycetozoen näher bekannt geworden, welche ihre Sporen weder in Sporocysten



(B. 479.) Fig. 33.

Ceratium hydnoïdes. Formung der auf die Oberfläche eines Holzstücks getretenen Plasmodien zu den Sporenträgern (etwa 3fach), Entwicklungsfolge nach den Buchstaben a—c; c fertiger Zustand. (Nach Famintzin und Woronin; aus de Bary's Morphologie und Biologie der Pilze).

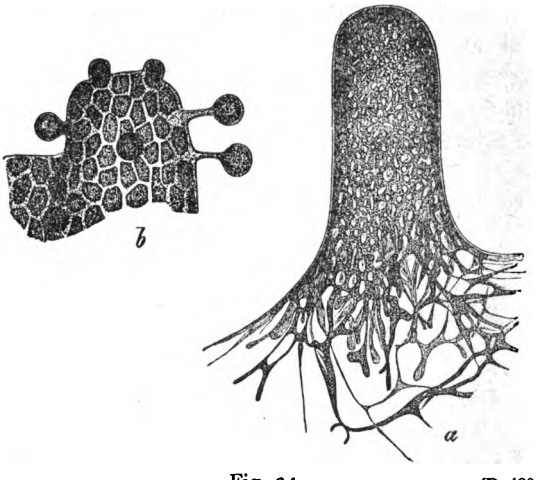


Fig. 34. (B. 480.)

a *Ceratium hydnoïdes.* Stück eines in Formung begriffenen Sporenträgers; die Plasmodienzweige beginnen im oberen Theile schon ihre Anordnung zu der engmaschigen peripherischen Plasmaschicht (etwa 68fach). b *Ceratium porioïdes* Stück vom Rande eines im Beginn der Sporenbildung begriffenen Sporenträgers, rechts zwei junge Sporen auf ihren Stielen (120fach). (Nach Famintzin und Woronin; aus de Bary's Morphol. und Biol. der Pilze).

noch in Form freier Sori erzeugen, sondern dieselben in etwa ähnlicher Weise wie echte, conidienbildende Pilze an der Spitze von sterigmenartigen Gebilden abschnüren: *Ceratium hydnoïdes* und *porioides*.

Der höchst eigenthümliche Vorgang charakterisirt sich für die erstere Art nach den genannten Autoren wie folgt: Die Plasmodiummasse bildet unmittelbar

[1]) Ueber zwei neue Formen von Schleimpilzen. Mém. de l'acad. imp. des sc. de St. Pétersbourg sér 7. tom XX. 1873.

Digitized by Google

vor Beginn der Fructification kleine stecknadelkopfgrosse, unregelmässige Polster, (Fig. 33, a) an denen man deutlich eine hyaloplasmatische Grundsubstanz und die Körnchensubstanz unterscheidet, erstere ist unbeweglich, letztere zu Strängen, die ein unregelmässiges Maschennetz bilden, angeordnet und in fortwährender Bewegung begriffen. Allmählich macht sich an diesem Körnchenplasma das Bestreben geltend, sich in der oberen Region des Polsters an verschiedenen Punkten anzuhäufen. So entstehen kleine Höckerchen (Fig. 33, b), die nach mehreren Stunden zu den bekannten säulchenförmigen Fruchtträgern heranwachsen (Fig. 33, c). Das Hyaloplasma der Säulchen ist zunächst von den Körnchenplasma-Strängen nach allen Richtungen durchsetzt, sehr bald aber wandern dieselben in den peripherischen Theil des Säulchens hinein und bilden eine engmaschige Schicht, die nach aussen hin nur von einer dünnen Hyaloplasmaschicht bedeckt wird (Fig. 34, a). Schliesslich zerfällt jene Plasmaschicht simultan in eine Unsumme von kleinen Plasmaportionen, die dicht neben einander gelagert die Gestalt polygonaler Platten und je einen Kern zeigen (Fig. 34, b). Aus jedem dieser Segmente geht eine Spore hervor in folgender Weise. Das Plasma-Segment wölbt sich nach aussen vor, die dünne Hülle des Hyaloplasmas vor sich herstülpend, und wächst zu einem erst cylindrischen, dann keuligen Körper heran. In dem Maasse, als der Stiel sich verlängert und verschmälert, vergrössert sich das kopfförmige Ende und nimmt alles Plasma des ersteren auf (Fig. 34, b). Sehr bald grenzt sich das kugelige Ende durch eine Haut gegen den entleerten Stiel ab, erhält selbst eine Membran und wird zur kugeligen, dann ellipsoïdischen, später abfallenden Spore. Die Hyaloplasma-Haut des Polsters und der Säulchen ist schon lange vorher erstarrt und bildet ein Hohlgerüst, auf welchem die Sporenstiele (Sterigmen) stehen.

Abschnitt II.

Physiologie.

I. Bestandtheile des Mycetozoenkörpers.

Die Mycetozoen sind in Folge ihres Chlorophyllmangels, wie wir sahen, nicht im Stande, sich selbst den Bedarf an organischer Substanz zu verschaffen, mithin auf vorgebildete organische Materie angewiesen.

Die Frage, welche stickstoff- und welche kohlenstoffhaltigen Körper es denn sind, von denen die Mycetozoen sich nähren können, kann zur Zeit noch gar keine Beantwortung erfahren, da Ernährungsversuche mit bestimmt zusammengesetzten Nährlösungen noch nicht vorliegen[1]).

Aber selbst auch bezüglich der Frage, welche Bestandtheile der Mycetozoenkörper enthält, liegen nur erst wenige Untersuchungen vor, die sich fast ausschliesslich auf die Plasmodien und Sporen von *Fuligo varians* (*Aethalium septicum*) beziehen und insbesondere von Reinke und Rodewald[2]) herrühren. Als Grundstoffe solcher Plasmodien fanden Reinke und Rodewald Kohlenstoff, Wasser-

[1]) Mit Ausnahme eines Falles: Brefeld (l. c.) hat *Dictyostelium mucoroides* in Hippursäure-Lösung und in einer Lösung des Kalisalzes der Harnsäure mit Erfolg cultivirt.

[2]) Reinke und Rodewald, Studien über das Protoplasma (Unters. aus dem bot. Labor. zu Göttingen. 1881, Heft II). — Braconnot, Recherches analytiques sur la nature des Champignons. Ann. de chimie, Bd. 80. de Bary, Mycetozoen.

Digitized by Google

stoff, Stickstoff, Sauerstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium und Eisen.

Das lebende Plasma der Plasmodien besitzt, wie schon HOFMEISTER[1]) zeigte, einen hohen Wassergehalt, nach REINKE und RODEWALD 71,6%.

Die Hauptmasse lufttrocknen Plasmas besteht zu einem wesentlichen Theile (etwa 27%) aus dem, was REINKE und RODEWALD Plastin nennen, einem den Eiweisstoffen nahe stehenden, aber unlöslichen Körper, der den grösseren Theil der »Gerüstsubstanz« des Plasmas bildet und noch näherer Untersuchung bedarf. Von anderen Proteinstoffen fanden REINKE und RODEWALD Vitellin und Myosin Ein von KÜHNE[2]) entdeckter Bestandtheil ist das Glycogen. Es ist ziemlich reichlich im *Fuligo*-Plasmodium vorhanden (nach R.'s Schätzung zu etwa 5%) und identisch mit dem Glycogen der Leber und des Fötus höherer Thiere. Aus dem wässrigen Extracte der Plasmodien, sowie aus dem mit Wasser oder verdünnten Alkohol gewonnenen Sporenauszuge krystallisirte Asparagin aus. Es scheint in den Sporen in grösserer Menge vorhanden zu sein, als in den Plasmodien. Schon vor REINKE und RODEWALD wies KRUKENBERG[3]) in den *Fuligo*-Plasmodien Pepsin nach. Bezüglich der übrigen bisher bekannt gewordenen Stoffe sei auf beistehende Uebersicht verwiesen.

Ueber meinen Nachweis von Paramylum in den Amoeben und Zoocysten von *Leptophrys vorax* CIENK. habe ich bereits im morphologischen Theile berichtet.[4]) Für den Plasmakörper der höheren Mycetozoen ward dieser Stoff seither nicht nachgewiesen.

Annähernde Zusammensetzung des lufttrocknen Plasmas von *Fuligo varians (Aethalium septicum)*.[5])

Wasser	4,80
Pepsin und Myosin	1,00
Vitellin	5,00
Plastin	27,40
Guanin, Xanthin, Sarkin zusammen	0,01
Ammoniumcarbonat	0,10
Asparagin und andere amidartige Substanzen	1,00
Peptone und Peptonoïd	4,00
Lecithin	0,20
Glycogen	4,73
Aethaliumzucker	3,00
Calciumverbindungen der höheren fetten Säuren	5,33
Calciumformiat, Calciumacetat zusammen	0,42
Calciumcarbonat	27,70
Chlornatrium NaCl	0,10

[1]) HOFMEISTER, Lehre von der Pflanzenzelle.

[2]) KÜHNE, Lehrbuch der physiol. Chem. Leipzig 1868, pag. 334.

[3]) KRUKENBERG, Unters. aus d. phys. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. II (1878), pag. 273.

[4]) pag. 17.

[5]) Nach REINKE und RODEWALD l. c., pag. 54. Diese Uebersicht beansprucht nach den Autoren nur den Werth einer Abschätzungstabelle.

Digitized by Google

Bikaliumphosphat PO_4K_2H	1,21
Eisenphosphat PO_4Fe (?)	0,07
Magnesiumammoniumphosphat PO_4NH_4Mg	1,44
Tricalciumphosphat $P_2O_8Ca_3$	0,91
Calciumoxalat	0,10
Cholesterin	1,40
Fettsäuren im Aetherextract	4,00
Harz	1,00
Glycerin, Farbstoff u. a.	0,18
Unbestimmte Substanzen	5,00
	100,00

Kalkaufnahme und Ablagerung[1]).

Es ist eine seit den Untersuchungen BRACONNOT's an *Fuligo varians* und DE BARY's an vielen anderen Mycetozoen bekannte Thatsache, dass manche Mycetozoen (in mehr oder minder grossen Quantitäten) Kalk führen und also auch aufnehmen. Dieser Stoff tritt vorwiegend in Form des Carbonates und daneben (bei *Fuligo)* nach REINKE und RODEWALD in Gestalt von Calciumformiat, Calciumacetat und Calciumverbindungen der höheren fetten Säuren auf; allein im Plasmakörper gewisser, den Vampyrellen nahe stehenden Monadinen kommt, wie ich bereits auf pag. 17 andeutete, auch ziemlich reichlich Kalkoxalat vor. Als kalkführend sind seit DE BARY und ROSTAFINSKI bekannt die Familien der Cienkowskiaceen, Physaraceen, Didymiaceen und Spumariaceen. Hier tritt der kohlensaure Kalk so reichlich und in so charakteristischer Art der Ablagerung auf, dass ROSTAFINSKI jene Familien, und mit Recht, unter dem Namen der Calcariaceen[2]) (Kalkfrüchtler) zusammenfasste. Als besonders kalkreich ist seit BRACONNOT *Fuligo varians* bekannt, deren Plasmodien nach REINKE und RODEWALD etwa 27 % enthalten. Die Repräsentanten der übrigen *Eumycetozoa* scheinen kalklos zu sein, wenigstens hat man in den Früchten bisher keinen kohlensauren Kalk nachgewiesen. Ob etwa die Plasmodien ihn dennoch, vielleicht auch nur in geringen Mengen führen, bleibt noch zu ermitteln. Uebrigens habe ich bei *Perichaena corticalis* BATSCH den Kalk in der Sporocystenhaut nicht vermisst. Mit Ausnahme der oben erwähnten Fälle sind Vorkommnisse dieses Stoffes noch bei keinem niederen Mycetozoum constatirt worden.

Von vegetativen Zuständen sind es keineswegs bloss die Plasmodien, welche Kalk führen können, man findet ihn vielmehr auch in den Amoeben, ja bisweilen selbst im Schwärmerplasma. Soweit bekannt, ist in den vegetativen Stadien der höheren Mycetozoen immer nur die Körnerform vorhanden; bei den oben erwähnten Monadinen indessen fand ich Kalkoxalat auch in den Amoeben in Krystallen vor (Fig. 35, E.).

Auf ihren Wanderungen scheiden die Plasmodien mancher Mycetozoen Kalk ab, wie ich das z. B. bei einer Didymiacee beobachtete. Hier krystallisirte der Kalk dann in schönen Drusen aus.

Die Hauptabscheidung aber erfolgt erst beim Eintritt der Fructification, d. h. vor der Sporenbildung. Doch machen die oben erwähnten Monadinen eine Ausnahme von dieser sonst allgemein herrschenden Regel,

[1]) Literatur: BRACONNOT, Recherches analytiques sur la nature des champignons. Annales de chimie, Bd. 80 (1811). — DE BARY, Mycetozoen. — ROSTAFINSKI, Monographie der Schleimpilze. — REINKE und RODEWALD, Studien über das Protoplasma.

[2]) Nicht Calcareen, wie ROSTAFINSKI den Namen gebildet hat.

Digitized by Google

denn hier findet man die Krystalle von oxalsaurem Kalk mit in das Sporenplasma eingeschlossen (Fig. 35, F).

Was die Ablagerungsorte anlangt, so können als solche benutzt werden: 1. die Hülle der Sporenfrucht, 2. die Capillitien, 3. Stiel und Columella, 4. der Hypothallus.

Der Hülle, mag diese nun eine blosse Membran oder eine Rinde darstellen, kann der kohlensaure Kalk bald eingelagert, bald aufgelagert, bald (von innen) angelagert werden. Die beiden ersten Formen finden sich z. B. bei *Chondrioderma difforme* PERS., wo die äussere Haut durch Auflagerung von massenhaften runden oder krystallinischen Kalktheilchen förmlich incrustirt ist und ausserdem solche noch innerhalb dieser Membran enthält, während die secundäre Haut ganz oder fast kalkfrei bleibt. Die beiden letzten Formen (Ein- und Anlagerung) zeigt nach DE BARY *Physarum leucophaeum* FR.

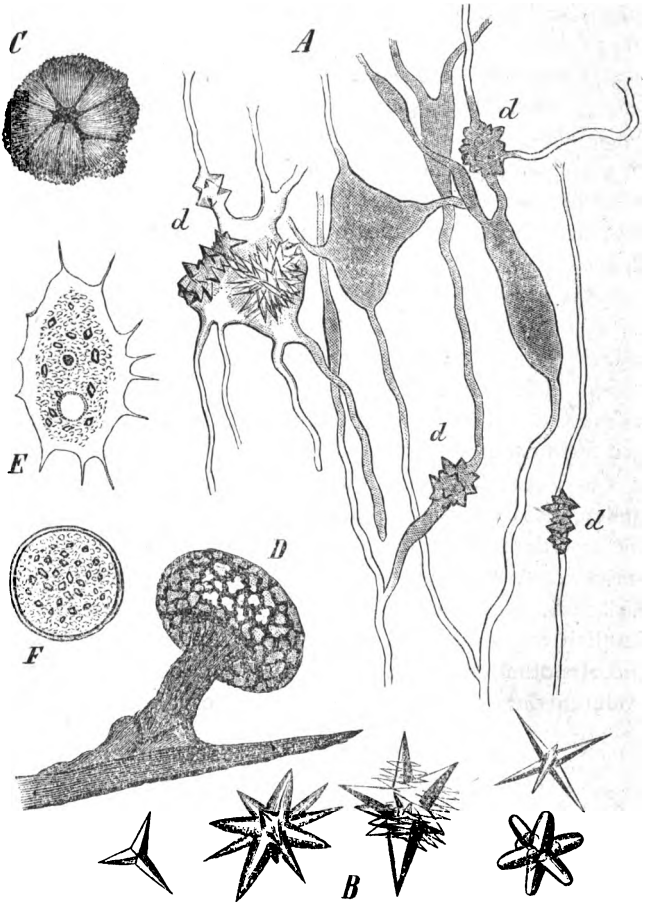


Fig. 35. (B. 481.)

A 540fach. Capillitiumstränge von *Didymium farinaceum* SCHRAD., in den Erweiterungen theilweis Drusen von kohlensaurem Kalk. B Ebensolche Drusen derselben Species von der Aussenfläche der Wandung, 900fach. C Druse von der Aussenwand des *Didymium squamulosum* FR. von rundlicher Form. 900fach. D Sporocyste von *Lepidoderma tigrinum* SCHRAD. mit unregelmässigen Kalkschilderchen auf der Fruchtwand (nach DE BARY). E Amoebe, F Spore von *Vampyrellidium pallidum* Z. im Inhalte Krystalle von Kalkoxalat zeigend.

Ausschliesslich in Form von Auflagerungen tritt der Kalk auf bei *Spumaria*, wo er morgensternförmige Drusen, untermischt mit einzelnen runden Körnern bildet, ferner bei manchen Didymien (*D. farinaceum* SCHRAD., *microcarpon* FR., *squamulosum* A. u. S.), wo er gleichfalls in Krystallen (Drusen oder Einzelkrystallen) (Fig. 35, B C) vorkommt. Ausschliesslich in Form von Einlagerungen trifft man ihn bei *Perichaena corticalis* BATSCH. Bei *Craterium vulgare* besteht der kelchförmige Theil der Cyste (Fig. 14, III) aus einer doppelten Hautlage, nur die innere führt

Digitized by Google

Kalkkörnchen und zwar als Einlagerungen, wogegen der Deckel ein- und aufgelagerte Kalkkörner aufweist.

In der Regel sind die Auflagerungen so gleichmässig und dicht, dass es zur Bildung einer geschlossenen Kruste kommt. So bei vielen Didymiaceen und Physaraceen. Eine bemerkenswerthe Ausnahme finden wir bei *Lepidoderma*. Hier bilden sich dichte Kalkgruppen, welche die Form von Schilderchen oder Schüppchen mit polygonalem oder auch ziemlich unregelmässigem Umrisse haben (Fig. 35, D), überdies durch Interstitien von einander getrennt sind.

Wenn auch die Kalkmassen zunächst nur die Bedeutung eines Excrets haben, so möchten sie doch, namentlich da, wo sie in Form von zusammenhängenden, oft dicken Krusten auftreten, gleichzeitig als eine Verstärkung der Membran und somit als ein Schutzmittel der Frucht dienen, sei es gegen die Angriffe kleiner Thiere, die den Sporen gern nachstellen, sei es gegen den Wechsel der Temperatur oder gegen Benetzung der Sporen durch Regen oder Thau.

Als Einschlüsse der Capillitiumstränge kommt kohlensaurer Kalk bei den meisten Calcariaceen vor. Eine Ausnahme machen die Spumariaceen *(Spumaria, Diachea)* und manche Didymiaceen *(Lepidoderma-, Chondriodermа-*Arten). Die Einschlüsse der Physaraceen-Capillitien sind stets in Form von eckigen Körnern vorhanden und bilden dichte Zusammenlagerungen in den verbreiterten und verdickten Maschenknoten (Fig. 14, II), die Einschlüsse der Didymiaceen sind in der Regel Krystalle oder Krystalldrusen (Fig. 35, A d). Wir müssen uns vorstellen, dass das die Capillitien bildende Gerüstplasma als zunächst weiche Masse die aus dem zur Sporenbildung bestimmten Plasma abgeschiedenen Kalktheile umschliesst, um später erst zu erstarren. Nach dieser Auffassung wird es auch erklärlich, warum die Capillitienstränge den Formen der Kalkmassen im Ganzen deutlich angepasst sind (Fig. 35, A). Auch in Stiel, Columella (Fig. 11, IV, 12, B) und Hypothallus (Fig. 11, III u. IV) wird bei vielen Physaraceen Kalk eingelagert, wodurch diese Theile eine grössere Festigkeit erlangen.

Kieselsäure.

Für die Thatsache, dass die vegetativen Zustände von Mycetozoen Kieselsäure aufnehmen können, kam bisher nur ein einziger Fall zur Kenntniss, der von Häckel[1]) beobachtet wurde. Sein *Myxastrum radians* weist nämlich Sporen auf, welche diesen Stoff reichlich in ihrer Membran enthalten.

Pigmentbildung.

Der überwiegenden Mehrzahl niederer wie höherer Mycetozoen kommt die Fähigkeit zu, aus einem Theile der aufgenommenen Nahrung Pigmente zu bilden, und zwar im Allgemeinen in allen Entwicklungsstadien; doch sind die jüngsten Stufen (Schwärmer, Amoeben) in der Regel noch nicht tingirt. Die Farbstoffe treten durchweg, wie es scheint, in gelöster Form in den vegetativen und fructificativen Zuständen auf, sind aber bisweilen an besondere organische Theile, die dann in Körnchenform auftreten, gebunden. Letzteres ist z. B. bei den Cribrariaceen der Fall.

Gelbe Farbstoffe. Leuchtend gummiguttgelb erscheinen die Plasmodien und die Rindenschichten der Fruchtkörper bei *Fuligo varians (= Aethalium septi-*

[1]) Studien über Moneren.

Digitized by Google

cum); die Plasmodien und jungen Fruchtkörper von *Leocarpus fragilis;* die Plasmodien von *Physarum virescens;* die Kalkkruste der Sporocysten und die Kalkmassen in den Capillitiumfasern von *Tilmadoche mutabilis* ROST. Schön schwefel- bis goldgelb sind Sporen und Capillitien von *Trichia chrysosperma, Perichaena corticalis* BATSCH, Sporen und Capillitien von *Cornuvia serpula;* Terra Siennagelb die Plasmodien und Fruchtkörper von *Ceratium porioïdes.*

Rothe Farbstoffe. Fleischfarben bis rosenroth oder ziegelroth sind die Plasmodien und jungen Fruchtkörper von *Lycogala epidendrum;* schön mennigroth die Plasmodien und jungen Sporocysten von *Trichia fallax;* rothbraun die Capillitien von *Hemiarcyria rubiformis;* rosen- bis purpurroth die Capillitien einiger *Arcyria*-Arten. Die Amoeben, Zoocysten und Dauersporen von Vampyrellen und *Leptophrys* enthalten einen rosen-, ziegel- oder orangerothen Farbstoff, einen ähnlichen fand HÄCKEL in den Zuständen seiner *Protomyxa aurantiaca. Guttulina rosea* CIENK. und *Bursulla crystallina* SOROK. besitzen ein rosenröthliches Pigment etc.

Grüne Farbstoffe. Sie kommen nur sehr selten vor und finden sich z. B. in den Plasmodien von *Enteromyxa paludosa* CIENK., welche blaugrün erscheinen.

Braune und violette Farbstoffe. Blass nussbraun oder rothbraun sind die Sporenmassen der Lycogalen, Cribrarien und Dictydien, die Fruchtkörper von *Tubulina cylindrica* etc. Violettbraun bis schwarzbraun die Plasmodien der Cribrarieen *(Cribraria, Dictydium)* die jungen Sporocysten von *Dictydium cernuum,* die Sporenmassen von *Stemonitis fusca,* die der Calcariaceen etc., violett die Sori und Sorophoren (Stiele) von *Polysphondylium violaceum* BREFELD.

Bei den meisten Arten wechseln die Färbungen nach den successiven Entwickelungsstadien, wie sich am besten aus folgender Uebersicht ergiebt[1]).

**Physarum virescens* DITM.	leuchtend gummiguttgelb.	erst gummiguttgelb, dann gelbgrün.
Cribraria macrocarpa SCHRAD.	schwarzblau (FRIES).	gelbbraun.
Cribraria argillacea PERS.	schwarz mit bleifarbigem Schimmer (FRIES).	lehmfarbig.
**Amaurochaete atra* (A. u. S.)	weisslich.	erst weisslich, dann schwach rosa, schwächer dann stärker violett, endlich glänzend blauschwarz.
**Comatricha Friesiana.*	weisslich.	erst weisslich, dann fleischfarbig, dann schmutzig rosenroth, später intensiv rothbraun bis violettbraun oder schwarz.
Stemonitis ferruginea EHR.	citronengelb (FRIES).	erst gelb, dann rostbräunlich oder cinnamom.
Stemonitis fusca ROTH.	weisslich.	dunkelbraun.
Arcyria punicea.	weisslich.	erst weisslich, dann hellziegelroth, dann dunkelziegelroth.
**Dictydium cernuum* PERS.	schwarzblau.	erst schön veilchenblauen, dann rothbraunen Farbstoff enthaltend.
**Trichia fallax* PERS.	leuchtend mennigroth.	erst leuchtend mennigroth, dann bräunlichgelb, endlich strohgelb.

Für diejenigen Arten, welche in den Jugendzuständen ungefärbt erscheinen, und erst in den älteren allmählich gefärbt werden, darf man vielleicht annehmen, dass schon in jenen Stadien ein Farbstofferzeuger (Chromogen) vorhanden ist,

[1]) Die mit * bezeichneten Angaben nach eigenen Beobachtungen.

Digitized by Google

aber erst durch einen allmählichen Oxydationsprocess Auftreten und Verstärkung der Pigmentirung hervorgerufen wird.

In Bezug auf den chemischen und physikalischen Charakter der Farbstoffe sind unsere Kenntnisse noch gering. Ueber das Pigment von *Fuligo varians* ist durch REINKE und RODEWALD[1]) Folgendes bekannt: der gelbe Farbstoff ist in Wasser, Alkohol und Aether löslich. Beim Verdunsten des Lösungsmittels bleibt er als amorphe orangegelbe Masse zurück, aus der wässrigen Lösung lässt er sich mit Aether ausschütteln. Auch in den Auszügen der Sporen ist der gelbe Farbstoff vorhanden. In ziemlich concentrirter alkoholischer Lösung absorbirt derselbe die ganze stärker brechbare Hälfte des Spectrums, etwa von der Wellenlänge 0,000520 an, ohne dass im übrigen Spectrum charakteristische Absorptionsmaxima hervortreten. Wenn in den jungen, noch aus Plasma bestehenden Fruchtkörpern die Bildung der Sporen beginnt, so werden an der Oberfläche der Fruchtkörper häufig grosse, farblose oder hellgelbliche Tropfen ausgeschieden, die beim Eindampfen und Erhitzen auf Platinblech einen organischen Rückstand und Asche hinterliessen. Diese Tropfen färbten sich an der Luft anfangs hell-, dann dunkel-purpurroth und hinterliessen beim Eintrocknen einen blauschwarzen Fleck. Unzweifelhaft wird hier in den Fruchtkörpern ein farbloses Chromogen gebildet, welches dann, vielleicht durch Oxydation, jenen blauschwarzen, in der Sporenmembran aufgespeicherten Farbstoff liefert, welcher durch kein Lösungsmittel sich daraus gewinnen lässt. Manche Pigmente, wie das von *Fuligo*-Plasmodien, bleichen im Licht aus (nach BARANETZKI und STAHL).

Den schmutzig braunvioletten Farbstoff, den ich in ganz jungen, noch vollkommen weichen stiellosen, glänzend violettschwarzen Sporocysten von *Dictydium cernuum* PERS. vorfand, und durch absoluten Alkohol extrahirte, verwandeln Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure) in ein leuchtend mennigrothes Pigment, das durch Alkalien wiederum seine ursprüngliche Farbe annimmt.

Der ziegelrothe oder orangerothe bis gelbbräunliche Farbstoff, der das Vampyrellen-Plasma tingirt, ist offenbar durch die Verdauung chemisch verändertes, gelöstes Chlorophyll. An den Amoeben von *V. Spirogyrae* z. B. oder an *Leptophrys vorax* kann man häufig beobachten, wie die Amoeben zuerst vollkommen farblos, durch Chlorophyllaufnahme grün, dann grünroth und endlich ziegelroth werden.

Der blaugrüne Farbstoff im Plasmodium der *Enteromyxa paludosa* CIENK. ist gelöstes, von den aufgenommenen Phycochromaceen herstammendes Pycochrom.

Das gelbbraune Pigment in der secundären Haut der Sporocysten von *Diplophysalis Nitellarum*, sowie das orangerothe oder röthliche Pigment der verschiedenen Entwicklungsstadien von *Protomyxa aurantiaca*, sowie der Zoocysten mancher Pseudosporen hat gleichfalls die Bedeutung von gelöstem, durch die Verdauung veränderten Chlorophyll.

Beim Beginn der Fructification werden die Pigmente in der Regel aus dem Plasma abgeschieden. Eine Ausnahme machen insbesondere viele Monadinen, z. B. die Vampyrellen, *Protomyxa aurantiaca* HAECK. etc., sowie *Bursulla crystallina*, SOROK. Die abgeschiedenen Farbstoffe werden meist verwandt zur Tinction der häutigen Theile der Frucht, sei es der Fruchtwandungen, sei es der Sporenhäute, der Columellen oder der Capillitien, sowie zur Färbung abgeschiedener Kalkmassen. Beispiele hierfür finden sich in allen

[1]) Studien über das Protoplasma. Berlin 1881.

Digitized by Google

Gruppen der höheren Mycetozoen: so wird, um nur einen Fall anzuführen, der aus dem Plasma der *Trichia varia* abgesonderte gelbe Farbstoff zur Färbung der Sporenhaut, der Capillitiumröhren, der Sporocystenhaut und des Stieles verwandt.

Minder häufig findet sich der abgeschiedene Farbstoff in besonderen blasenförmigen, von erstarrtem Hyaloplasma umhüllten Vacuolen eingeschlossen. Solche »Excretblasen«, die nicht etwa »Zellen« darstellen (DE BARY nannte sie »Pigmentzellen«) finden sich nach DE BARY z. B. bei *Didymium complanatum* BATSCH (= *D. serpula* FR.) im Innern der Frucht, bei *Lycogala epidendrum* in der oberflächlichen Schicht der Rinde. Ich habe sie auch bei *Lycogala flavofuscum* sowohl zwischen den Capillitiumröhren des Fruchtinnern als in der Rinde angetroffen (Fig. 23, Ai B), dort als ziemlich grosse, hier als kleine kugelige Gebilde. Solche Blasen enthalten fast überall auch körnige Ausscheidungen, niemals einen Kern und Plasma.

In der Fruchtwand und den Capillitiumtheilen von Cribrariaceen z. B. von *Cr. pyriformis* SCHRAD. fand ich den braunen Farbstoff zum Theil gebunden an massenhaft auftretende, relativ grosse (etwa 2,5—3 mikr. messende) runde glänzende Körner. Es sind dies offenbar dieselben braunen Gebilde, die DE BARY für die Plasmodien dieser Familie erwähnt. Sie werden aus dem Sporenplasma ausgeschieden und den Capillitien, sowie z. Th. auch der Fruchtwand, ziemlich reichlich eingelagert.

II. Verhalten gegen physikalische Agentien.

1. Verhalten gegen Temperaturen.

Im Allgemeinen übt mässige Wärme günstige Wirkungen auf die Mycetozoen-Entwicklung aus, während Kälte die Entwicklungsfähigkeit herabmindert. Daher sieht man zur warmen Jahreszeit an feuchten Lokalitäten faulende Pflanzentheile sich schnell mit Mycetozoen-Zuständen bedecken, während sie zur Winterszeit nur spärlich zu finden sind. Mässige Wärme zeigt namentlich auf Sporenkeimung und Plasmodienbildung einen günstigen Einfluss.

Ausführlichere experimentelle Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Temperaturen auf verschiedene Zustände der Mycetozoen und auf verschiedene Arten hat KÜHNE geliefert, zunächst bezüglich des Amoebenstadiums einiger niederer Formen. KÜHNE fand mittelst einfacher Methode[1]), dass gewisse Meeresamoeben schon bei 35° C. abgestorben waren, wenn die Erwärmung 1 Minute dauerte; Süsswasser-Amoeben wurden bei dieser Temperatur und Zeitdauer nicht getödtet, doch erfuhren die Bewegungen Verlangsamung und der Plasmakörper contrahirte sich in der Regel zur Kugel. Unter gewöhnliche Temperaturverhältnisse gebracht, erhielten sie ihr früheres Aussehen sammt der ursprünglichen Bewegungsfähigkeit wieder. Bei 15 Minuten langer Erwärmung auf 35° trat vollständige Gerinnung ein, die Bewegungen kehrten nicht wieder.

Erwärmung bei 40° eine Minute lang bewirkte meistens Coagulation und damit Abtödtung. Die Amoeben stellten nunmehr kugelförmige, scharf und doppelt

[1]) Das Protoplasma, Leipzig 1864, pag. 42; Er brachte in ein Probirglas soviel Wasser, dass dasselbe eine Thermometercuvette gerade bedeckte und hängte das Gläschen in ein grosses, im Sandbade erhitztes Wasserbad. Sodann liess er in das Probirglas einen kleinen von Amoeben erfüllten Tropfen fallen, als das Thermometer gerade 35° C. anzeigte und sog mit einer Pipette erst dann Wasser vom Boden des Glases heraus, bis das Thermometer nach dem Herausnehmen und Wiedereinsenken auf 35° gestiegen war. Durchschnittlich bedurfte es dazu einer Minute.

Digitized by Google

contourirte Blasen dar, welche einen grossen, trüben, im durchfallenden Lichte bräunlich aussehenden Klumpen einschlossen, der in der Regel mit einer Seite der Peripherie anlag. Der übrige Raum war mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt, in welcher kleine Körnchen mit lebhafter Molecular-Bewegung umherwimmelten.

Erwärmung bei 45° eine Minute lang bewirkte Absterben sämmtlicher Amoeben; dieselben wurden in höckerige, durch und durch trübe, feste Klumpen umgewandelt, die schon bei der Uebertragung auf den Objektträger leicht zerbröckelten.

Auch über die Einwirkung niederer Temperaturen auf Amoeben hat KÜHNE Versuche angestellt:

Setzt man ein Schälchen mit amoebenhaltigem Schlamm mehrere Stunden in Eis, so findet man die Amoeben kurze Zeit darauf in der Form nicht verändert, allein die Bewegungen sind meistens ganz erloschen oder sehr träge. Während sich indessen der Objectträger wieder erwärmt, beschleunigen sich auch die Bewegungen und werden schliesslich wieder ganz normal. Ganz anders geht es dagegen den Amoeben, wenn man sie in Wassertropfen auf dem Objektträger rasch einfrieren lässt. K. legte die Glasplatten auf eine Kältemischung von Eis und Kochsalz, nahm sie herunter, wenn der Tropfen fest gefroren war und beobachtete die Amoeben vom Momente des Aufthauens an ohne Deckgläschen. Die Amoeben zeigten jetzt noch ihre gewöhnliche, unregelmässige Gestalt, die Bewegung trat aber selbst nach 12 Stunden nicht wieder ein. Sie waren sämmtlich mit sehr viel schärferen Contouren als gewöhnlich, stellenweise sogar mit doppelten versehen, der im Leben nicht immer sichtbare Kern erschien in allen ungemein deutlich, und das Innere war erfüllt von einer Anzahl unregelmässiger trüber Klumpen, welche Nahrungsreste einschlossen und sonst nur Körnchen ohne Molecularbewegung enthielten. Ein anderer Theil des Inhalts war dagegen ganz klar und hier tanzten feine Körnchen in lebhafter Molecularbewegung. Nach 24 Stunden zeigten sich die so veränderten Amoeben stark geschrumpft und zerfielen sehr leicht zu Bröckchen.

BRASS[1]) untersuchte gleichfalls die Einwirkung verschiedener Temperaturen auf Amoeben gewisser Monadinen und kam zu folgenden Ergebnissen:

»Höhere Temperaturen, bis zu 25° R., werden gut ertragen. Sinkt die Temperatur langsam bis auf ungefähr 5° R., so werden zwischen 10° und 5° die Bewegungen etwas verlangsamt; sie nehmen aber sofort wieder an Energie zu, wenn ein Steigen der Temperatur stattfindet. Bei Temperaturen zwischen 5° und 2° R. stellen viele Amoeben ihre Bewegungen langsam ein, ohne sich wesentlich zu verändern; lässt man aber die Temperatur bis nahe zum Gefrierpunkt des Wassers sinken und erhält man diese Temperatur einige Stunden lang, so erfährt der Amoebenkörper mehrere charakteristische Veränderungen. Nach drei Stunden hatten sich die freien Amoeben alle in den Schlamm verkrochen; der Körper erschien abgerundet, die Schichten desselben waren kugelig oder stellten ziemlich regelmässige Teile einer Kugel dar. Central lag der Kern, um ihn herum das helle Ernährungsplasma; an einem Pole fand sich in den meisten Fällen eine nicht contractile Vacuole. Das körnige »Nahrungsplasma« lag in Form eines Kugelabschnittes um diese Vacuole herum, das homogene Bewegungsplasma bildete den übrigen Theil der Kugel. Dauerte die niedere Temperatur noch länger, so erfolgte ein Abstossen des Bewegungsplasmas, es schnürte sich ein

[1]) BRASS, Biologische Studien. Theil I, Heft I. pag. 67.

Digitized by Google

und bildete 2 oder 3 (selten mehr) verschieden grosse, helle Kugeln, welche noch eine Zeit lang mit den gleichfalls abgerundeten sonstigen Plasmaschichten im Zusammenhang blieben, dann sich loslösten und im Wasser herumschwammen.

Auch über das Verhalten der Plasmodien gegen verschiedene Temperaturen stellte KÜHNE experimentelle Untersuchungen an.

So fand er unter Benutzung eines geeigneten Apparates[1]) dass z. B. Plasmodien von *Didymium Serpula = (D. complanatum*, BATSCH), wenn sie nur 5 Minuten lang in den auf 30° erwärmten feuchten Raum gelegt wurden, ihre Bewegung aufgaben, die Plasmastränge sich in klumpige Massen mit vielen Hervorragungen verwandelten und die peripherischen flachen Ausbreitungen ganz verschwanden, sich ebenfalls in Klumpen umformend. Nach der Abkühlung erhielten sie indessen Bewegung und ursprüngliche Form wieder. Wurden dagegen die Plasmodien einer Temperatur von 35° ausgesetzt, so starben sie unter Coagulationserscheinungen ab.

Die Plasmodien von *Fuligo varians (Aethalium septicum)* vermögen nach KÜHNE etwas höhere Temperatur zu ertragen. Sie coagulirten erst bei 40° C. Plasmodien der eben genannten Art, die noch in voller Bewegung in einen mit Eis umgebenen engen Raum gebracht wurden, waren nach Ablauf einer Stunde bewegungslos. Ihre Ränder hatten sich sogar mit vielen Amoebenähnlichen Ausbuchtungen besetzt, die sich bei allmählichem Anwärmen als stark glänzende Kugeln abschnürten und unter Abstossung hyaliner Klumpen und vieler Körnchen zerplatzten. In dem hell gebliebenen Theile des Plasmodiums begann wieder die schönste Bewegung.

Lässt man Plasmodien von Didymien oder *Fuligo* auf einer Kältemischung einfrieren, so verlieren sie ihre Beweglichkeit gänzlich und sterben, wobei ihre äussere Gestalt erhalten bleibt.

STAHL[2]) studirte den Einfluss, den ungleiche Erwärmung verschiedener Theile eines und desselben Plasmodiums auf die Bewegungsrichtung desselben ausübt. Er stellte zwei gleich hohe grosse Bechergläser dicht neben einander, so dass die sich ausweitenden Ränder derselben einander berührten und sich in einer Ebene befanden. Beide Gläser wurden bis zum Rande angefüllt, das eine mit Wasser von 7[illegible]° das andere von 30° Wärme. Ein *Fuligo*-Plasmodium, das auf einem wasserdurchströmten Papierstreifen sich lebhaft vorwärts bewegt hatte, wurde mit seiner vorderen Hälfte ins kühle, mit seinem anderen Theile ins warme Wasser getaucht. Der vorher prall erfüllte Vorderrand begann schon nach kurzer Zeit sich zu entleeren, während die in dem warmen Medium eingesenkten Aeste anschwollen und reiche Verzweigungen zu bilden anfingen. Ersatz des warmen Wassers durch kaltes und umgekehrt brachte nach einiger Zeit eine sichtbare Translokation des Plasmas zu Stande (Thermotropismus).

2. Verhalten gegen Elektricität.

Betreffs dieser Frage hat KÜHNE Untersuchungen angestellt, sowohl an Amoebenzuständen, als an Plasmodien. Sie führten zu dem wichtigen Resultat, dass beiderlei Entwicklungsstadien sich ebenso verhalten, wie die Muskelsubstanz, d. h. sie sind irritabel und contractil.

Der genannte Forscher experimentirte zunächst mit Süsswasser-Amoeben,

[1]) KÜHNE, Das Protoplasma, pag. 86.

[2]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884. pag. 173.

Digitized by Google

die er zu vielen in einem Tropfen zwischen zwei auf Glasplatten gekittete dünne Platinbleche brachte und nun eine Reihe mässiger Inductionsschläge durchgehen liess. Der Erfolg war, dass alle Amoeben sich zur Kugelform zusammenzogen. Kurz nachher begannen sie ihre Bewegungen wieder, um sich bei erneuerter Reizung wiederum sämmtlich in Kugeln zu verwandeln. Verstärkt man die Induktionsschläge, so platzen die Kugeln plötzlich und es schiesst aus jeder ein wurstförmiges Gerinnsel hervor, das fast immer den Kern mit sich führt. Reizt man Amoeben immer von Neuem, sobald sie Lust zeigen, sich wieder auszudehnen und wendet man dabei die Vorsicht an, nicht so weit zu gehen, dass ein Zerplatzen erfolgt, so hört schliesslich alle Bewegung auf, und man erhält eine bewegungslose Kugel, welche immer undurchsichtiger und trüber wird und endlich einen kugeligen geronnenen Klumpen darstellt.

Reizt man Amoeben, welche grössere Ingesta aufgenommen haben (z. B. Bacillarien) auch nur in schwacher Weise, bis sie Kugelgestalt angenommen, so stossen sie ihre Nahrung aus (ganz ähnlich wie bei der Sauerstoff-Entziehung).

Dass auch die Plasmodien reizbar und contractil sind, geht aus Folgendem hervor. Ein Plasmodium, das auf der Glasplatte erzogen wurde, hatte einen Ast mit der breiten peripherischen Ausbreitung zwischen die Platinbleche getrieben. Es wurde ein Zeitpunkt gewählt, wo die Bewegung in diesem Aste besonders lebhaft nach der Elektrodenlücke hin zu strömen begann, und nachdem der Kreis geschlossen worden war, wurden die Rollen des Apparats allmählich über einander geschoben. Noch ehe das Maximum der Stromesintensität erreicht war, kehrte die Strömung in dem Faden um, während sich die gewulsteten Ränder nach der flachen Ausbreitung zurückzogen und sich hier allmählich ausglichen. Nach Unterbrechung der Inductionsschläge kehrten die Körnchen alsbald wieder zurück und das Hin- und Zurückfliessen wiederholte sich wie vorher.

Dass das Plasma der Mycetozoen sich wie ein Muskel verhält, wurde ferner durch folgendes ingenieuse Experiment KÜHNE's[1]) erwiesen. Er füllte den Darm eines grossen Wasserkäfers *(Hydrophilus piceus)* mit einem Brei, der durch Anrühren von gepulverten, trocknen Plasmodien mit Wasser hergestellt wurde. Diese kleine Plasmawurst wurde quer über die Electroden gelegt und im feuchten Raume 24 Stunden liegen gelassen. Nach dieser Zeit war der Darm praller angefüllt. Als K. nun die Ströme des Inductionsapparates mit beinahe über einandergeschobenen Rollen nur einige Sekunden wirken liess, kontrahirte sich die Wurst gerade wie eine kolossale Muskelfaser, sodass sie an Dicke augenscheinlich zunahm, und das eine Ende von den Electroden herunterglitt. Durch Ziehen an den Enden des Schlauches wurde er wieder in die vorige Lage gebracht, und der Apparat wieder in Thätigkeit gesetzt. Jetzt musste ein stärkerer Strom in Anwendung kommen, um die Verkürzung erfolgen zu lassen, und diese betrug bei einer Länge des Schlauches vom 6. Mm., 2 Mm. Das Plasma war jetzt nicht mehr reizbar, weil bereits abgestorben.

3. Verhalten zum Licht.

Nach den bisher in dieser Richtung angestellten Versuchen und Beobachtungen lässt sich nicht verkennen, dass das Licht auf Bewegung und Entwicklung der vegetativen Zustände, von denen seither meist nur die Plasmodien Berücksichtigung fanden, einen gewissen Einfluss auszuüben vermag.

Auf die Plasmodien der bekanntlich in Gerberlohe lebenden *Fuligo varians*

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma, pag. 30 ff. pag. 74 ff.

Digitized by Google

(Aethalium septicum) wirkt nach HOFMEISTER[1]) das Licht in folgender Weise ein: So lange jene Zustände noch jung und noch nicht zur Sporenbildung bereit sind, werden sie durch Licht von geringer Intensität an die Oberfläche der Gerberlohe gelockt[2]). Steigerung der Lichtintensität hat ein Sichzurückziehen der Plasmodien in das Substrat zur Folge. SACHS zeigte, dass *Fuligo*-Plasmodien, die im Dunkeln aus der Lohe hervorgekrochen sind, unter dem Einfluss des Lichtes sich wieder in dieselbe zurückziehen. Einseitige Beleuchtung mit diffusem oder mit Sonnenlicht bewirkt nach den Experimenten BARANETZKI's[3]), und STAHL's[4]), dass die Plasmodien sich von der Lichtquelle abwenden. Sie können dabei, wenn sie sich noch auf ihrem ursprünglichen Substrat (Lohe) befinden, in dasselbe zurückziehen, wie bereits HOFMEISTER beobachtete. Jenes Ergebniss wurde von BARANETZKI in der Weise gewonnen, dass er die auf horizontal ausgebreitetem feuchten Fliesspapier befindlichen Plasmodien einseitig durch parallel zur Papierfläche einfallendes Licht beleuchtete. In diffusem Licht trieben die Plasmodien nach $\frac{1}{2}$ Stunde, in Sonnenlicht bereits nach $\frac{1}{4}$ Stunde an der Schattenseite relativ ansehnlichere Pseudopodien, welche die Bewegung nach dieser Seite vermittelten.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte SOROKIN[5]) an Plasmodien von *Dictydium ambiguum*. Er brachte Theile eines Plasmodiums, die lebhafte Körnchenbewegung zeigten, in den Dunkelschrank, wo sie unter sonst normalen Bedingungen bei 22° R. gehalten wurden. Nach Verlauf einer Stunde hörte die Bewegung der Körnchen auf. Ans Licht gebracht liess das Plasmodiumstück dieselbe nach 30 Minuten wieder deutlich wahrnehmen. S. fand ferner, dass die Plasmodienbewegung bei jenem Schleimpilz Abends (nach 9 Uhr) aufhörte und hält es für wahrscheinlich, dass auch bei anderen Mycetozoen die Plasmabewegung in der Nacht sistirt wird.

Die Bewegungen der Plasmodien werden besonders durch die stärker brechbaren Strahlen beeinflusst.

Nach BARANETZKI blasst die Färbung gewisser Plasmodien im Licht ab und wird im Dunkeln nicht regenerirt.

Ueber etwaige besondere Reizwirkungen des Lichtwechsels auf die Plasmodien fehlen noch Beobachtungen.

Auf die Ausbildung der Fructificationsorgane scheint das Licht keinen besonderen Einfluss auszuüben. Für *Dictyostelium mucoroïdes* und *Folysphondylium violaceum* wenigstens wurde von BREFELD[6]) durch das Experiment festgestellt, dass diese Organismen im Dunkeln eben so baldige und eben so üppige Fructification eingehen, wie im Licht. Ob andere Formen sich in gleicher Weise verhalten, bleibt noch zu untersuchen.

---

[1]) HOFMEISTER, Pflanzenzelle. pag. 20 ff. — Allgemeine Morphologie. 1868, pag. 625.

[2]) Es dürfte wohl die Frage zu erwägen sein, ob nicht in dem Sauerstoffbedürfniss der Plasmodien der wahre Grund für das Heraustreten aus dem Substrat zu suchen sei, zumal sie auch im Finstern aus der Oberfläche der Lohe hervortreten.

[3]) Mem. de la soc. d. sc. nat. de Cherbourg 1876.

[4]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884, pag. 167.

[5]) Grundzüge der Mycologie. pag. 466 ff. (JUST, Jahresbericht 1877). — Vergl. auch PFEFFER, Pflanzenphysiologie Bd. II., pag. 386. — SACHS, Lehrbuch der Botanik. 4. Auflage, pag. 721. — DETMER, System der Pflanzenphysiologie (SCHENK's, Handbuch Bd. II., pag. 73). — STRASSBURGER, Wirkung des Lichts auf Schwärmsporen, 1878.

[6]) *Dictyostelium mucoroïdes*, ein neuer Organismus aus der Verwandtschaft der Myxomyceten (Abhandl. d. Senkenberg. Gesellschaft Bd. VII). — Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mycologie. Heft VI. Myxomyceten.

Digitized by Google

4. Verhalten zur Schwerkraft.

Nach der Auffassung HOFMEISTER's[1]) steht die Gestalt sowohl, als die Richtung der Bewegung bei den Plasmodien in einem Abhängigkeitsverhältnisse zur Schwerkraft. Zu einem gleichen Ergebniss gelangte ROSANOFF[2]), nach dessen mit Fehlerquellen behafteten Untersuchungen die Plasmodien negativen Geotropismus besitzen. Dagegen fand STRASSBURGER[3]), dass der Geotropismus auf die Bewegung der Plasmodien keinen Einfluss ausübt; denn Plasmodien, welche auf vertical gestellten und vor Licht geschützten Platten gehalten wurden, bewegten sich in jeder beliebigen Richtung. Für die Richtigkeit der STRASSBURGER'schen Ansicht sprechen auch die Versuche PFEFFER's[4]), JÖNSSON's[5]) und STAHL's[6]).

Auch auf die Richtung, Form und Ausbildung der Früchte der höheren Mycetozoen scheint die Schwerkraft keinen besonderen Einfluss auszuüben. Für *Dictyostelium mucoroïdes* wurde dies durch besondere Versuche von BREFELD constatirt, und bei anderen Formen verhält sich die Sache wohl kaum anders, wie man sich durch Beobachtungen, die im Freien an *Arcyrien*, *Stemonitis*-Arten *Didymium* etc. leicht zu machen sind, überzeugen kann, da oft an demselben Substrat die verschiedenen Oberflächentheile, auf der sich die Fruchtträger entwickeln, alle möglichen Stellungen zum Erdradius einnehmen.

5. Verhalten gegen den richtenden Einfluss des Wassers (Rheotropismus).

Nach den Experimenten SCHLEICHER's[7]), JÖNSSON's[8]) und STAHL's (l. c.) wird unter gewissen Verhältnissen die Richtung der Plasmodienbewegung bestimmt durch die Richtung der Bewegung der Wassertheilchen im Substrat.

Die Versuchseinrichtung war folgende: Ein in voller Lebenskraft befindliches Plasmodium ward auf einen Streifen zusammengefalteten Fliesspapiers gebracht, und dieser Streifen über den Rand eines mit Wasser gefüllten Gefässes so aufgehängt, dass das eine Ende des Papiers das Wasser im Gefäss berührte, während das andere Ende frei aus dem Gefässe heraus hing. Sorgt man nun dafür, dass der Wasserstrom von dem Gefäss aus durch das Papier hindurch nicht allzu stark ausfällt (damit das Plasmodium durch die Triebkraft des Wassers nicht zurückgestossen wird) und dass die Lebensbedingungen für das Object normale bleiben, so bewegt sich das Plasmodium, gleichviel auf welcher Stelle des Papiers es sich befindet, der Wasserquelle zu und erreicht endlich den Rand des Wassers. Werden bei demselben Versuche mehrere Plasmodien verwendet, und auf verschiedene Punkte des Streifens vertheilt, so treffen sie unter Umständen am Wasserniveau zusammen, falls sie nicht unterwegs schon zusammengeflossen sind. Wird während der Wanderung das ursprünglich tiefere Ende des Streifens

---

[1]) HOFMEISTER, Die Pflanzenzelle 1867, pag. 20.

[2]) Sur l'influence de l'attraction terrestre des Plasmodes des Myxomycètes (Mem. de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg 1868, pag. 155).

[3]) Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen 1878.

[4]) Pflanzenphysiologie, pag. 388.

[5]) Deutsche botan. Gesellsch. 1883. pag. 513.

[6]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884, pag. 168.

[7]) In: STRASSBURGER, Wirkung des Lichts und der Wärme auf die Schwärmsporen. Jen. 1878, pag. 71.

[8]) Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1883. pag. 512.

Digitized by Google

in Wasser getaucht und höher angebracht, als das andere, so kehrt mit dem Strom auch bald das Plasmodium seine Bewegungsrichtung um und bewegt sich der Strömung entgegen.

Das eben geschilderte eigenthümliche Verhalten der Plasmodien zur Wasserströmung im Substrat hat JÖNSSON als Rheotropismus bezeichnet und zwar, da die Richtung der Plasmodienbewegung unter jenen Verhältnissen entgegenläuft der Richtung des strömenden Wassers, als negativen Rheotropismus (Positiven Rheotropismus zeigen nach JÖNSSON unter ähnlicher Versuchsanordnung (aber mit Nährlösungen) die Mycelien gewisser Schimmelpilze).

6. Verhalten gegen die Vertheilung der Feuchtigkeit im Substrat. (Hydrotropismus).

Wie STAHL[1]) neuerdings zeigte, breiten sich Plasmodien, die unter dem Einfluss des Wasserstromes auf Filtrirpapierstreifen gekrochen sind, und mit diesen auf die Mitte von Glasplatten gebracht werden, welche man mit einer mehrfachen Lage schwedischen Filtrirpapiers bedeckt hat, im dampfgesättigten Dunkelraum gleichmässig strahlig auf dem durchnässten horizontalen Substrate aus. Wenn man nun im trocknen Raum das Papier langsam abtrocknen lässt, so zieht sich die Plasmodienmasse nach den am längsten feucht gebliebenen Stellen hin, wie auch bereits KÜHNE[2]) beobachtete.

Befestigt man über dem nur noch mässig feuchten Papier einen feuchten Körper in geringem (etwa 2 Millim. betragenden) Abstande und bringt das Ganze in einen dunkeln lufttrocknen Raum, so erheben sich Aeste am Plasmodium senkrecht in die Höhe und wandern auf den feuchten Körper (Holzstückchen, Gelatinetropfen auf einem Objectträger etc.) über.

Aus solchen Versuchen folgt, dass die Plasmodientheile sich den Wassertheilchen in resp. ausserhalb des Substrats zuwenden. (Positiver Hydrotropismus, STAHL).

Andere Erscheinungen deuten nach STAHL auf einen negativen Hydrotropismus, so der Umstand dass die Plasmodien von den feuchteren Theilen des Substrats schliesslich wegwandern, nach weniger feuchten prominirenden Punkten hin, woselbst sie fructificiren. Auch die Senkrechtstellung der gestielten Sporocysten zu ihrer Unterlage erklärt der genannte Forscher aus der letzteren Form des Hydrotropismus[3]). Für diese Erklärung scheinen mir auch Beobachtungen zu sprechen, die ich an *Comatricha Friesiana* DE BARY, *Dictydium cernuum* PERS. und anderen gestielten Mycetozoen zu machen Gelegenheit hatte, dass nämlich die Fruchtträger (Stiele) um so länger wurden, je feuchter die Unterlage war.

7. Verhalten gegen andere mechanische Einwirkungen.

Erschütterungen, Druck, Stösse und andere mechanische Einwirkungen üben wie auch PFEFFER[4]) angiebt, Reize auf die vegetativen Zustände (Amoeben, Plasmodien) aus, infolge deren Contractionen des Plasmakörpers (Einziehung der Pseudopodien, Abrundung) erfolgen. Trägt man eine Amoeben-Cultur in der

[1]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884. pag. 149.

[2]) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. 1864. pag. 82.

[3]) Man vergleiche auch WORTMANN, Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. Bot. Zeit. 1881. Dieser Autor erklärte bereits die Senkrechtstellung der Sporangienträger von *Mucor* als eine Folge ihrer Eigenschaft, sich von feuchten Flächen wegzuwenden in die weniger feuchte Luft.

[4]) Pflanzenphysiologie II. pag. 390.

Digitized by Google

Tasche einige Zeit mit sich herum, oder schüttelt man sie öfter, so runden sich alle Amoeben ab, und treten, wenn die Erschütterungen gar zu lange andauern, in den Cystenzustand ein.[1])

Dass Plasmodien durch Zerschneiden in einzelne Stücke nicht getödtet werden, wurde bereits oben erwähnt. Sobald der durch diesen Eingriff hervorgerufene Reiz vorüber ist, erfolgt auch an der Schnittstelle wieder Pseudopodienbildung.

8. Trophotropismus.

Diese von STAHL[2]) untersuchte und unterschiedene Eigenschaft äussert sich darin, dass die vegetativen Zustände (und zwar sind bisher *Fuligo*-Plasmodien untersucht) sich von Stellen, wo die Ernährungsbedingungen unzureichend oder gar nicht vorhanden sind, nach anderen Punkten hin bewegen, wo günstigere Ernährungsverhältnisse obwalten. STAHL führt u. A. folgende Belege an: So lange einem an der Innenwand eines Glases befindlichen Plasmodium von unten nur reines Wasser zugeführt wird, breitet es sich gleichmässig aus; wird dem Wasser aber Lohinfus hinzugesetzt, so wandert das Plasmodium nach unten, und sendet bald zahlreiche Verzweigungen in die Nährflüssigkeit hinein. Im Wesentlichen derselbe Effect wird erreicht, wenn man in die Bodenflüssigkeit in die Nähe des Plasmodiums Lohestückchen bringt. Sie werden sehr bald von zahlreichen Plasmaärmchen umfasst, die nach ihnen hin getrieben wurden.

III. Verhalten gegen chemische Agentien.

1. Verhalten gegen Gase.

A. Verhalten gegen Sauerstoff.

Aus den Experimenten, die von KÜHNE[3]), BRASS[4]), STAHL (l. c.) und mir angestellt wurden mit Bezug auf die Frage, welche Wirkungen Sauerstoff-Entziehung auf die verschiedenen Entwicklungsstadien der Mycetozoen auszuüben vermöge, ergiebt sich zunächst als Facit, dass die vegetativen Zustände sowohl, als die fructificativen sich im Allgemeinen als entschieden sauerstoffbedürftig erweisen.

Es war dieses Resultat eigentlich schon *a priori* zu erwarten und zwar in Rücksicht auf die Thatsache, dass den Mycetozoen die Fähigkeit mangelt, Zersetzungsprozesse hervorzurufen, welche den Charakter von Gährung oder Fäulniss tragen.

Die Wirkung schneller Sauerstoff-Entziehung oder Absperrung äussert sich gemeiniglich in einer Destruction des Plasmakörpers, die mit dem Tode des betreffenden Zustandes (Schwärmer, Amoebe, Plasmodium, Spore) endigt, wenn die Entziehung länger andauert. Im Verlaufe der Wirkung erfolgt in der Regel 1. Abscheidung gröberer Ingesta, wenn solche vorhanden, 2. Sistirung der Bewegung, Einziehung der Bewegungsorgane (Cilien, Pseudopodien), Abrundung und Quellung des Körpers, 3. Abstossung des Hyaloplasmas in Blasenform und Zerfliessen resp. Zerplatzen des Körpers, oder aber Gerinnung des Plasmas unter Kugelbildung. Dazu kommt noch der eigenthümliche Umstand, dass oft peripherisch eine Membran entsteht.

[1]) Vergl. BRASS, Biol. Studien, Heft I, pag. 67.

[2]) l. c. pag. 163 ff. Vergl. auch PFEFFER, Locomot. Richtungsbewegungen d. chem. Reize. 1884.

[3]) KÜHNE, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864.

[4]) BRASS, Biologische Studien, Heft 1. Halle 1883.

Digitized by Google

Der Einfluss sehr allmählicher Sauerstoffentziehung giebt sich in Bildung von Ruhezuständen kund.

Um die Wirkung schneller Sauerstoff-Entziehung zu prüfen, genügt es nach meinen Erfahrungen für sehr kleine Formen, die betreffenden vegetativen Zustände unter Deckglas zu halten, dessen Ränder man mit Provenceröl verstreicht. Will man den Sauerstoff durch Gase (Kohlensäure, Wasserstoff) verdrängen, so finden am besten die GEISSLER'schen oder andere Gaskammern Anwendung.[1])

Zur Illustration der vorhin im Allgemeinen angegebenen Wirkungen mögen folgende Beispiele dienen:

1. Schwärmer von *Mastigomyxa avida*: Der diese Zustände in Menge enthaltende Tropfen wurde mit Deckglas bedeckt und dessen Ränder mit Provenceröl verstrichen. Schon nach einer Viertelstunde wurde die Schwärmthätigkeit herabgemindert, die Cilienbewegung also verlangsamt, die vorher lebhaft amoeboide Bewegung des Plasmakörpers gleichfalls beschränkt und seine Form mehr gerundet. Als fernere Erscheinung kam noch hinzu, dass sämmtliche Individuen die aufgenommene Nahrung (Schwärmsporen, chlorophyllgrüner Algen), mochte diese nun kaum erst durch die Verdauung angegriffen, also noch grün, oder bereits ins Gelbe oder Braune verfärbt sein, aus dem Plasmakörper ausstiessen, ein Prozess, der sich bald schnell bald langsam vollzog. Schliesslich erschienen daher alle Schwärmer farblos. Dabei wurde die Fähigkeit der Zweitheilung aufgehoben, das Plasma blasser und daher der Kern sehr deutlich. Nach einstündiger Cultur unter diesen Verhältnissen erschien das Plasma grobkörnig, wie geronnen; es trat eine Sonderung der Körnchen von dem Hyaloplasma ein, das mehr und mehr bauchig hervortrat, um dann mit einem Ruck zu platzen. Während aller dieser zum Tode führenden Vorgänge bleibt die Cilie noch erhalten, ja bewegungsfähig.

Wird vor Abschnürung des hyalinen Plasmas der Cultur frisches, sauerstoffhaltiges Wasser zugeführt, so erlangen die Zellen wieder Leben und Bewegung.

Schwärmer derselben Art aus einer andern Cultur wurden 24 Stunden unter Deckglas gehalten (im feuchten Raume). Nach Ablauf dieser Frist zeigte sich, dass der Plasmakörper eine zarte Haut abgeschieden und innerhalb derselben zu einer körnigen Masse coagulirt war.

Das entschiedene Sauerstoffbedürfniss der Schwärmer von *Mastigomyxa* zeigte sich übrigens auch in der massenhaften Ansammlung derselben an der Oberfläche der Infusionen.

(Zahlreiche Beobachtungen an anderen Mycetozoen machen es mir wahrscheinlich, dass alle Schwärmer bei Sauerstoff-Abschluss ihre Ingesta fahren lassen).

2. Amoebenzustände von *Diplophysalis Nitellarum*. Sie wurden in nicht grosser Anzahl in den Tropfen gebracht, der mit dem Deckglas bedeckt ward, worauf dessen Ränder mit Provenceröl verstrichen wurden. Die eingestellte Amoebe zeigte einzelne Pseudopodien, und im Inhalt zahlreiche kleine Stärkekörnchen, ein Chlorophyllkorn und ein paar Vacuolen. Der Kern war durch das feinkörnige Plasma und jene Ingesta gänzlich verdeckt. Im Verlauf von $2\frac{3}{4}$ Stunden machten sich folgende Veränderungen bemerkbar. Die Pseudopodien wurden eingezogen, die Stärkekörnchen ausgestossen, der Körper schwoll allmählich bedeutend auf, und wurde blass und sehr feinkörnig, dabei bildete sich eine grosse Vacuole, in der jetzt der Kern in voller Klarheit und von schwach bläulicher Färbung zu

[1]) KÜHNE, l. c., beschreibt eine solche.

Digitized by Google

sehen war. Ausserdem entstand ein scharfer hautähnlicher Contour und schliesslich wurde das Plasma grobkörnig. Die Amoebe war vollständig abgestorben. Andere Amoeben desselben Präparates verhielten sich in ähnlicher Weise, doch traten bei einigen jene Wirkungen erst ein paar Stunden später hervor. Die Ingesta können auch ganz oder z. Th. beibehalten werden.

Amoebenzustände einer in Schlamm lebenden Art. KÜHNE leitete 24 Stunden lang einen Strom von Wasserstoff über die Amoeben. Der Erfolg war, dass viele zu bräunlichen undurchsichtigen, von doppelten Contouren begrenzten Kugeln wurden, durch Coagulation. Ein Theil der Amoeben sah unverändert aus, doch waren sie gleichfalls bewegungslos, in sauerstofthaltiger Atmosphäre nahmen sie aber allmählich wieder Bewegung an.

3. Plasmodiumzustände. Wie KÜHNE zeigte, sind auch die Plasmodien der höheren Mycetozoen sauerstoffbedürftig. Der beweisende Versuch war folgender: Er brachte reife Früchte eines *Didymium* mit einem Stückchen des Substrats in ein Kölbchen, füllte dies mit ausgekochtem Wasser und kehrte es unter Quecksilber um. Das Präparat stieg nach dem Boden des Glases empor, seine Substanz quoll, entwickelte sich aber nicht zum typischen Plasmodium. Er liess nun einige kleine Luftblasen in dem Kölbchen emporsteigen. Schon nach 5 Stunden hatte sich das Plasma über den Boden des Kölbchens netzförmig ausgebreitet und zeigte schon die Bewegungen. Kocht man das Wasser nicht aus, so findet die Entwicklung so gut statt, wie in der Luft. Leitet man durch eine Gaskammer, in der Plasmodien erzogen werden, um den Sauerstoff zu vertreiben viele Stunden Wasserstoff, so erfolgt keine Weiterentwicklung; an die Luft gebracht zeigten die Plasmodien dieselbe schon nach wenig Stunden.

4. Dauerzustände[1]). Die Sporen von *Vampyrellidium vagans* waren (unter Deckglas mit Oelverschluss) nach 22 Stunden abgestorben, der vorher schwach oder gar nicht sichtbare Kern wird dabei stark lichtbrechend. Das hyaline Plasma zieht sich auf einen kleinen Raum zusammen, das feinkörnige Reserveplasma gerinnt und bildet kleine Klümpchen, die um den Kern herumgelagert sind.

Versuche mit Sporen höherer Mycetozoen, z. B. *Arcyria cinerea*, ergaben ein ähnliches Resultat: 48stündiger Sauerstoffabschluss tödtete sie ab. Das Plasma gerann, der vorher sichtbare kleine Kern trat scharf hervor eben so der helle Hof um denselben.

Aus allen meinen Versuchen geht zugleich hervor, dass man die Sauerstoff-Absperrung benutzen kann als Mittel zum Nachweis des Zellkerns; ferner, dass die Dauerzustände im Ganzen minder leicht durch Sauerstoff-Absperrung getödtet werden, als die vegetativen Zustände, was offenbar darin liegt, dass die Dauerzustände mit Membran umkleidet sind.

Im Hinblick auf die Empfindlichkeit vieler Mycetozoen gegen Sauerstoff-Abschluss ist es angezeigt, ein und dasselbe Object nicht zu lange unter Deckglas zu lassen, die Wasserschicht unter demselben möglichst hoch zu halten und womöglich einige chlorophyllgrüne Algen in den Beobachtungstropfen einzutragen. Wo es irgend angängig ist, sollte man sehr empfindliche Objecte im unbedeckten Tropfen beobachten. Zu den gegen Sauerstoff minder empfindlichen Monadinen gehören nach meinen Versuchen die Vampyrellen und namentlich *Leptophrys vorax* CIENK. Tagelang unter Deckglas gehalten bleiben ihre Cysten doch vollkommen lebensfähig und entlassen Amoeben, die sich unter Deckglas ernähren, durch Zweitheilung vermehren und endlich wieder encystiren.

[1]) Nach eigenen Versuchen.

Digitized by Google

Die Frage, ob nicht durch einseitige Sauerstoffzufuhr die Bewegungen der Plasmodien beeinflusst werden, wurde neuerdings von STAHL (l. c.) geprüft und bejaht. Er brachte z. B. mit einem *Fuligo*-Plasmodium bedeckte ungef. 1 Ctm. breite Filtrirpapierstreifen an die Innenwand enger Glascylinder. Diese wurden bis zur Hälfte der Höhe der Streifen mit abgekühltem, vorher durch Auskochen von der Luft befreitem Wasser angefüllt und darüber eine dünne Oelschicht gegossen. Der untere Theil der Plasmodien befand sich also unter Wasser, zu welchem der Sauerstoff der Luft einen jedenfalls in hohem Grade erschwerten Zutritt hatte, während der obere Plasmodientheil freien Sauerstoffzutritts sich erfreute. Schon nach wenigen Stunden zeigten sich die unter Wasser befindlichen Stränge beinahe inhaltsleer, und nach und nach wanderte sämmtliches Plasma in die frei an der Luft befindlichen Verzweigungen, während unter der Oelschicht nur noch die leeren Hüllen der Stränge, in einzelnen Fällen auch abgestorbene Theile wahrzunehmen waren.

B. Verhalten gegen Kohlensäure.

Von Seiten KÜHNE's[1]) sind Versuche sowohl mit Amoebenzuständen niederer, als mit Plasmodien höherer Mycetozoen angestellt worden, deren Ergebniss folgendes war:

Leitet man über gewisse Amoeben nur eine Stunde lang Kohlensäure, so erlöschen die Bewegungen vollständig und die Objekte wandeln sich sämmtlich in bräunliche, undurchsichtige, von doppelten Contouren begrenzte Kugeln um, deren Hyaloplasma bisweilen blasenartig aufgetrieben erscheint. Diesen Kugeln mangelt weitere Lebensfähigkeit, wie schon, abgesehen von ihrem Aussehen, daraus hervorgeht, dass sie auf Inductionsschläge nicht mehr reagiren. Auch wenn man mit der Kohlensäure zugleich kleine Mengen von Luft über die Amoeben leitet, tritt die zum Tode führende Coagulation ein.

Mit Plasmodien (z. B. von *Didymium*) angestellte Experimente ergaben etwa gleiche Resultate; 24 Stunden in Kohlensäure gehalten gingen sie zu Grunde.

C. Verhalten gegen andere Gase.

Das Verhalten gegen andere Gase ist noch nicht näher studirt worden. Nur bezügl. der Einwirkung des Wasserstoffs liegen von KÜHNE Untersuchungen vor, die bereits auf pag. 86 angeführt wurden. Doch ist es wahrscheinlich, dass die schädlichen Wirkungen des Wasserstoffes mehr auf Sauerstoff-Verdrängung, als auf giftigen Wirkungen dieses Gases selbst beruhen.

2. Verhalten gegen andere chemische Körper.

Betreffs dieses Punktes liegen einige Untersuchungen vor, die von DE BARY[2]), KÜHNE[3]), HOFMEISTER[4]), BRASS[5]) und STAHL[6]) stammen.

In einer wässrigen, sehr verdünnten Veratrinlösung sterben nach Versuchen KÜHNE's die Plasmodien der höheren Mycetozoen leicht ab, kleine rascher, als grössere, welche letztere in dem Gifte etwa 6 Stunden lang ihre

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma, pag. 41 u. 89.

[2]) Mycetozoen. 2. Aufl.

[3]) Untersuchungen über das Protoplasma. pag. 84—86.

[4]) Die Pflanzenzelle.

[5]) Biolog. Studien. Heft I, pag. 68.

[6]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884. pag. 155 ff.

Digitized by Google

Lebensdauer behielten. Die Bewegung verlangsamt sich allmählich, die Körnchen werden entfärbt, alle hyalinen Ränder trüben sich, zahlreiche kolbenförmige Auswüchse mit trübem Inhalt treten hervor und stossen theilweise blasse, schwach granulirte Blasen aus. Unter Einwirkung von Aether-, Chloroform- oder Ammoniak-Dämpfen gehen die Plasmodien gleichfalls bald zu Grunde. Legt man sie nur einen Augenblick in einen Raum, der nur schwach nach Ammoniak riecht, so findet man dann alles Plasma glatt ausgebreitet, zerflossen. Unter dem Mikroskop erscheint es dabei umgewandelt in eine grosse Anzahl gefärbter Tropfen, die auch nach längerer Aufbewahrung nicht wieder zusammenfliessen und keine Bewegung zeigen. In Aether und Chloroformdämpfen erlischt die Bewegung zuerst nur an einigen Stellen, sie kann aber dort nach einem Aufenthalte von mehreren Stunden im feuchten Raume wiederkehren. Setzt man die Plasmodien diesen Dämpfen längere Zeit aus, in Aether 5 Min., in Chloroform 15, so kehrt die Bewegung nicht wieder. Brass, l. c., setzte Amoebenculturen neutrale Salzlösungen (Kali-, Natron- Kalksalze[1]) zu und beobachtete, dass das Hyaloplasma in Blasenform sich abschnürte. Auch Safraninlösung zeigte ähnliche Wirkung, wobei auch noch unverdaute Ingesta abgeschieden wurden. Nach Zusatz von sehr schwacher Alaunlösung zog sich das Hyaloplasma gewisser Amoeben in lange dünne Pseudopodien aus, welche abwechselnd eingezogen wurden, bis nach Verlauf von etwa ½ Stunde die Amoeben starben. Concentrirte Lösungen von Glycerin, Zucker, 5%ige Lösung von Kalisalpeter oder Kochsalz bringen, wie Kühne zeigte, die Plasmodien zur Abrundung und Zusammenziehung in kugelige Massen mit hyalinen Säumen. Nach Aussüssen mit Wasser treten die Bewegungserscheinungen wieder auf. Stark verdünnte Zuckerlösungen, sowie 0,1%ige Lösungen von Kochsalz, phosphorsaurem Natron, schwefelsaurem Natron haben nach Kühne andere Wirkungen, insofern sie nicht Zusammenziehungen bewirken. sondern die Plasmodien dünnflüssiger, wasserreicher machen und die Stränge zu grosser Veränderlichkeit anregen. Infolge einseitiger Berührung mit solchen Stoffen oder ihren Lösungen werden, wie de Bary und Stahl (l. c.) zeigten, die Plasmodien gleichfalls zu Bewegungen angeregt.

IV. Wirkungen der Mycetozoen auf das Substrat.

Manche Mycetozoen sind befähigt Cellulose zu lösen. Hierher gehören in erster Linie *Vampyrellidium vagans* Z., *Endyomena polymorpha* Z. und *Enteromyxa paludosa* Cienk., sie lösen die ganze Membran der als Nahrung dienenden Zellen auf; ferner sind hierher zu rechnen die in chlorophyllgrünen Algen lebenden Vampyrellen, Pseudosporen etc., die meist nur eine eng umschriebene Stelle der Wirthsmembran zum Zwecke blossen Eindringens zur Auflösung bringen. Auch *Plasmodiophora Brassicae,* deren Plasmastränge bekanntlich die Membran der Kohlwurzelzellen durchbohren, sowie Göbel's *Tetramyxa parasitica* gehört hierher.

Manche lösen cutinisirte Membranen, wie das auch in Pollenkörner von *Pinus* eindringende *Vampyrellidium vagans.*

Andere sind im Stande, verholzte Membranen zu lösen. Hierher

[1]) Concentrationsgrad nicht angegeben.

[2]) Untersuchungen aus dem physiol. Institut der Universität Heidelberg Bd. II. pag. 273. 1878.

Digitized by Google

gehören wahrscheinlich alle todtes Holz bewohnenden höheren Mycetozoen, deren Amoeben von Zelle zu Zelle wandern, sowie die *Plasmodiophora Brassicae* WOR. und *Tetramyxa parasitica* GÖBEL.

(Ob manche in Bacillarien parasitirenden Monadinen die Fähigkeit haben, die verkieselten Membranen ihrer Wirthe zum Zweck des Eindringens stellenweise zu lösen, darüber fehlen noch Erfahrungen; doch ist zu vermuthen, dass sie die Grenze der beiden Schalenhälften als Eindringstelle benutzen, da sie nach meinen Beobachtungen an jener Region ausschlüpfen.)

Manche lösen Stärkekörner auf. Ein ausgezeichnetes Beispiel bietet *Protomonas amyli.* Ihr Plasmakörper umfliesst die Stärkekörner der Kartoffel und corrodirt sie in auffälliger Weise, sodass dieselben oft stachelich und schliesslich oft ganz aufgelöst werden.

Manche lösen coagulirtes Eiweiss, so das Plasmod von *Fuligo varians.*

Alle die eben angeführten Wirkungen beruhen wahrscheinlich auf Bildung von Fermenten. Doch kennt man die Natur derselben noch nicht genauer. Eine Ausnahme macht das von KRUKENBERG im Plasmodium von *Fuligo varians* entdeckte peptonisirende Ferment (Pepsin).

Manche niederen Mycetozoen produciren einen Stoff (wahrscheinlich eine Säure), welcher Verfärbung des Chlorophylls, Phycochroms oder Diatomins meist ins Gelbrothe, Rothbraune bis Dunkelbraune bewirkt; so alle parasitischen Monadinen (z. B. *Pseudospora, Vampyrella, Aphelidium, Gymnococcus),* die in Phycochromaceen, Diatomeen und Chlorophyceen leben.

Manche niedern Mycetozoen bilden Stoffe, welche gewisse Farbstoffe ihrer Wirthszellen vollständig entfärben: so *Pseudospora infestans* ZOPF, die den ziegelrothen Farbstoff der *Vampyrella*-Sporen ausbleichen macht.

Manche niedern Mycetozoen scheiden Produkte aus, welche auf die befallenen Wirthszellen hypertrophische Wirkungen ausüben. Als vornehmstes Beispiel dürfte *Plasmodiophora Brassicae* WORON. anzuführen sein, welche die Wurzeln der Kohlarten etc. zu ausserordentlich auffälliger Hypertrophie bringt, sodass oft faustgrosse Anschwellungen auftreten. Sie entstehen theils durch hypertrophische Entwicklung gewisser Zellen, theils durch gesteigerte Theilungsfähigkeit anderer.[1])

Auch im Assimilations- und Leitungsgewebe der Blätter von *Pontederia crassipes* werden durch einen vielleicht in die Verwandtschaft der vampyrellenartigen Monadinen gehörigen Parasiten einzelne Zellen stark hypertrophirt.

Starke Vergrösserung und mehr oder minder auffällige Gestaltveränderung ruft an den Zellen von *Coleochaete soluta* auch eine andere Monadinee *(Aphelidium deformans* Z. [vergl. Fig. 30]) hervor.

V. Hemmungsbildungen.

Unter Verhältnissen, welche eine weitere vegetative oder im eigentlichen Sinne fructificative Entwicklung nicht gestatten, erfahren die beweglichen Zustände der niederen wie der höheren Mycetozoen, mögen dieselben nun noch auf der Stufe des Schwärmers stehen, oder dem Amoebenstadium entsprechen, oder endlich selbst den Plasmodienzustand repräsentiren, eine Inhibirung in der

[1]) Wie neuerdings GÖBEL zeigte, übt *Tetramyxa parasitica* GÖBEL ganz ähnliche Wirkungen auf Stengel und Blätter von *Ruppia rostellata* aus. Es werden auch hier relativ grosse (½—1 Centim. dicke) Gallen und zwar in Knöllchenform erzeugt.

Digitized by Google

Entwicklung und nehmen den Charakter von eigenartigen Ruhezuständen an, die man als Hemmungsbildungen bezeichnen kann.

Sie dürften nicht unpassend als Analoga der Gemmenbildungen der ächten Pilze angesprochen werden. Die Bedingungen, unter denen solche Zustände entstehen, können entweder liegen in einem Mangel an Nährstoffen, oder in langsamem Austrocknen des Substrats oder in allmählicher Temperaturerniedrigung, in Sauerstoffentziehung und vielleicht noch anderen Momenten.

Versetzt man solche Ruheformen unter geeignete Bedingungen, so werden sie früher oder später wiederum in das bewegliche Stadium übergeführt. Ein längeres oder kürzeres Eintrocknen bei gewöhnlicher Temperatur und darauf folgende Benetzung mit Wasser scheinen hierfür nöthig zu sein.

Es ist *a priori* wahrscheinlich, dass allen höheren wie niederen Mycetozoen die Fähigkeit zukommt, solche Hemmungsbildungen einzugehen, zumal die von ihrem Entdecker CIENKOWSKI, sowie von DE BARY, BREFELD, BRASS, FAYOD, KLEIN und mir darauf hin untersuchten Arten den verschiedensten Gruppen angehören.

Es lassen sich zwei Hauptformen dieser Hemmungsbildungen unterscheiden die Hypnocysten und die Sclerotien. Jene stellen einzellige Kugeln, diese Zellkörper dar von entfernt-parenchymatischer Struktur. Die Hypnocysten treten entweder in Form von Mikrocysten oder von Makrocysten auf.

1. Mikrocysten.[1])

Sie entstehen entweder aus Zoosporen oder aus Amoeben, und zwar dadurch, dass diese Zustände ihre Bewegungsorgane (Cilien, Pseudopodien) einziehen, ihren Plasmakörper abrunden und sich mit zarter oder derber Membran umgeben, nunmehr Körperchen bildend, die gewöhnlich noch kleiner sind als die Sporen der betreffenden Art und in Rücksicht hierauf von CIENKOWSKI mit obigem Namen bezeichnet wurden.

Man kennt solche Zustände für folgende Arten 1. für *Perichaena corticalis* BATSCH (= *Licea pannorum* CIENK.) und für *Chondrioderma difforme* PERS. (= *Didymium Libertianum* DE BARY);[2]) hier sind sie kugelig mit zarter, hyaliner, glatter Membran versehen, kleiner als die betreffenden Sporen und entstehen aus Schwärmern, wenn man diese allmählich eintrocknen lässt (Fig. 3b, A B); 2. für *Dictyostelium mucoroïdes* BREFELD.[3]) Hier gehen sie aus Amoeben hervor, übertreffen die Sporen an Grösse und bilden eine anfangs dünne und glatte, später geschichtete, faltige oder höckerige Membran. Ihre Entstehungsbedingungen sind nach BREFELD nicht mit Sicherheit festzustellen. Während sie einerseits in vielen alten Culturen auftreten, namentlich an dem austrocknenden Rande, entstanden sie in anderen Fällen in frischer Nährflüssigkeit (Mistdecoct), sowohl in Berührung mit Luft, als untergetaucht. (BREFELD hält es nicht für unmöglich, dass die Mikrocysten einer sexuellen Verbindung von Amoeben ihren Ursprung verdanken, eine Vermuthung, der jedenfalls noch die Begründung fehlt, und die sich voraussichtlich nicht bestätigen wird); 3. für *Copromyxa protea* (FAYOD).[4]) Hier entstehen die Mikrocysten aus Amoeben, und bilden kugelige Körper mit dicker, runzeliger,

[1]) CIENKOWSKI, Das Plasmodium. PRINGSHEIM's Jahrbücher III.

[2]) DE BARY, Mycetozoen, pag. 94.

[3]) *Dictyostelium mucoroïdes*, pag. 11, und Schimmelpilze, Heft VI. *Polysphondylium.*

[4]) Beitrag zur Kenntniss niederer Myxomyceten. Bot. Zeit. 1883. No. 11.

Digitized by Google

sich schliesslich gelbbraun färbender Membran. Unter Umständen contrahirt sich das Plasma innerhalb dieser Haut, um eine secundäre (Fig. 36, C) oder selbst tertiäre (E) Haut zu bilden. Concentrirte oder durch Spaltpilze verunreinigte

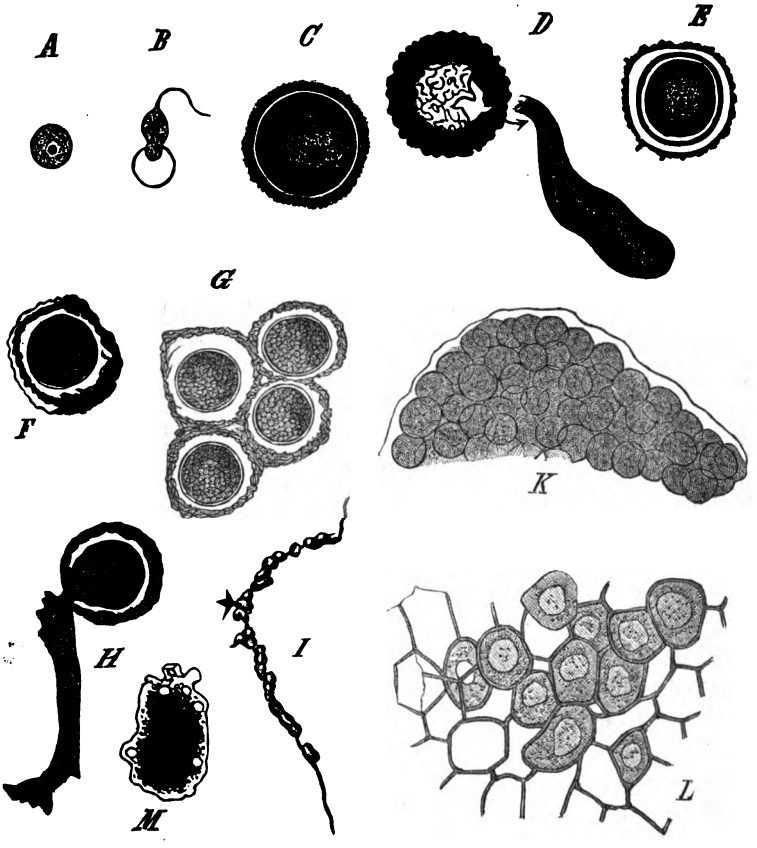


Fig. 36. (B. 482.)

Hemmungsbildungen. A aus einer Schwärmspore entstandene Mikrocyste von *Chondrioderma difforme* (PERS.) (540fach). B eine ebensolche. Der Schwärmer schlüpft soeben aus (540fach). C—E aus Amoeben entstandene Mikrocysten von *Copromyxa protea* FAYOD (ca. 1000fach) nach FAYOD. C eine solche im optischen Durchschnitt mit doppelter Haut. E eine solche mit dreifacher Haut. D die Amoebe ist eben der Membran entschlüpft. F—H Makrocysten von *Perichaena corticalis* BATSCH (= *Licea pannorum* CIENK.), 320fach (nach CIENKOWSKI). F einzelne Makrocyste mit doppelter Cystenhaut. G eine Gruppe von vier verklebten Makrocysten. H Auskeimung einer solchen Makrocyste zu einem kleinen Plasmodium. I Sclerotien von *Didymium Serpula* in natürl. Grösse, einem alten Moosstengel aufsitzend (nach DE BARY). K Stück vom Rande eines Sclerotiums derselben Art, durch Druck etwas ausgebreitet (195fach nach DE BARY). L Fragment eines Durchschnittes durch ein rothgelbes Sclerotium eines Physarum (die Membranen etwas zu dick gezeichnet) (nach DE BARY), 390fach. M eine Sclerotiumzelle nach 24stündigem Aufenthalt im Wassertropfen, contractile Vacuolen und träge amoeboïde Bewegung zeigend, 390fach (nach DE BARY).

Nährflüssigkeit (Mistdecoct) war die Ursache der Mikrocystenbildung; 4. für *Vampyrella pendula* CIENK.,[1]) wo unter nicht näher ermittelten Bedingungen nach KLEIN aus Amoeben oder kleinen Plasmodien kugelige, zartwandige Mikrocysten von wechselnder Grösse entstehen; 5. für *Pseudosporidium Brassianum*, wo nach BRASS[2])

[1]) KLEIN, *Vampyrella*, pag. 15.

[2]) Biologische Studien. Heft I. Tab. III. Fig. 8—10.

Digitized by Google

die Mikrocysten durch Kältewirkung oder Sauerstoffentziehung auf Amoeben hervorgehen.

Selbst bei vollständiger Eintrocknung scheinen die Mikrocysten längere Zeit lebensfähig zu bleiben; so die von *Chondrioderma difforme* nach DE BARY über 2 Monate. Bei Benetzung mit Wasser oder Nährlösung keimen sie zu je einer Zoospore (Fig. 36, B) resp. zu je einer Amoebe aus, nachdem sich schon vorher die Anzeichen der Keimung durch Auftreten von ein oder mehreren Vacuolen kund gegeben haben. Der Austritt des Keimprodukts erfolgt an einer beliebigen eng umschriebenen Stelle der Membran, indem Schwärmer oder Amoebe sich hier ein Loch bohren.

2. Die Makrocysten.[1])

Sie entstehen, wie CIENKOWSKI (l. c.) in seinen genauen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen über diese Zustände, und zwar für *Perichaena corticalis* BATSCH (= *Licea pannorum)* nachwies, aus Plasmodien. Dieselben fragmentiren sich nämlich, die Theilstücke ziehen ihre Pseudopodien ein, runden sich ab und umgeben sich mit einer vielfach gefalteten Haut (Fig. 36, F). Innerhalb derselben contrahirt sich das Plasma und scheidet eine secundäre Membran ab, ähnlich wie bei *Copromyxa protea* FAYOD. Mitunter ist die Oberfläche der äusseren Haut incrustirt mit von aussen angelegten Körnchen. Bezüglich der Grösse dieser Cysten treten bedeutende Schwankungen ein, denn während die einen oft kaum die Grösse der Spore übertreffen, erreichen andere die Dimensionen einer gewöhnlichen Sporocyste der *Perichaena.* Die Cysten treten bald isolirt auf, bald zu Gruppen (Fig. 36, G) verklebt.

Für *Fuligo varians* hat DE BARY (l. c.) schon vor CIENKOWSKI ganz ähnliche Bildungen constatirt.

Wie es scheint werden insbesondere oder ausschliesslich jugendliche Plasmodien zu Makrocysten umgewandelt, und zwar unter dem Einfluss langsamer Austrocknung:

Die Keimungsgeschichte stellt sich nach CIENKOWSKI für *Perichaena* folgendermaassen dar: Nachdem die Makrocysten ein paar Wochen im Wasser gelegen, schwillt der plasmatische Inhalt auf und wird auf der einen Seite der Peripherie homogen und durchscheinender. Bei noch mehr vorgeschrittener Aufweichung schwillt der Plasmakörper noch mehr an, erweitert die ihn umhüllende Membran und bricht endlich durch die secundäre und primäre Haut hindurch (Fig. 36, H), nunmehr als Plasmodium umherkriechend.

3. Die Sclerotien.[2])

Diese von DE BARY aufgefundenen Zustände stellen mit blossem Auge sichtbare Gebilde dar von der äusseren Form mancher Sporocysten, Plasmodiocarpien oder Aethalien und zeigen harte, hornartige Consistenz. Man hat sie nur erst bei wenigen Mycetozoen beobachtet, welche sämmtlich der Gruppe der Endosporeen angehören, nämlich bei *Chondrioderma difforme* PERS., bei *Didymium Serpula* FR., wo sie bald in Knötchenform (Fig. 36, I), bald in Form von netz-

[1]) Wenn ich den Namen »derbwandige Cysten«, den CIENKOWSKY benutzte, hier nicht anwende, so geschieht es aus dem Grunde, weil es auch Mikrocysten mit derber Wand giebt, z. B. bei der oben erwähnten *Copromyxa protea* FAYOD.

[2]) DE BARY, Mycetozoen, pag. 98 ff. — CIENKOWSKI, Zur Entwicklungsgeschichte der Myxomyceten, ferner: Das Plasmodium. PRINGSH. Jahrb. III, pag. 331 u. 425. — STAHL, Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884, pag. 190.

Digitized by Google

artig verbundenen Strängen erscheinen, bei *Didymium squamulosum* Fr. (= *D. leucopus*), bei *Perichaena corticalis*, *Physarum sinuosum*, ferner bei einem unbestimmbaren *Physarum* mit ziegelrothem Plasmodium, bei *Fuligo varians*, wo sie in Knöllchenform auftreten und bei einer *Stemonitis*-Art, wo ich sie in Kuchenform antraf.

Nach de Bary's und Cienkowski's Untersuchungen gehen die Sclerotien stets aus erwachsenen Plasmodien hervor, in der Weise, dass letztere unter Ausstossung der Ingesta ihre Pseudopodien einziehen, und sich zu den erwähnten Körpern abrunden. Darauf zerfällt die ganze Plasmamasse in kleine Portionen von etwa 25—40 mikr. Durchmesser, welche eine mehr oder minder deutliche Membran erhalten und bei sehr dichter Zusammenlagerung polyedrische Gestalt annehmen (Fig. 36, L), sonst kugelige Form (Fig. 36, K) darbieten. Durch allmähliche Wasserabgabe erhärtet das Plasma dieser Zellen und der ganze Zellkörper (Zellenzustand Cienkowski's) zeigt hornähnliche Consistenz. Von Capillitienartigen Bildungen ist zwischen den Sclerotiumzellen nichts zu entdecken. Bisweilen sind die Zellen noch durch eine Art von hyaliner oder körniger Zwischensubstanz verbunden, die dann gewöhnlich auch die Oberfläche des Körpers in einer dünneren oder dickeren Lage überzieht und nicht selten an der Oberfläche Kalkablagerungen erkennen lässt.

In Wasser gebracht gehen, wie Cienkowski zuerst für *Chondrioderma difforme* Pers. zeigte, die Sclerotien wieder in den Plasmodiumzustand über auf folgende Weise: die Zellen quellen im Wasser stark auf und werden vacuolig. Ihre Membran löst sich auf und jede Zelle nimmt nun amoebenartige Bewegung an (Fig. 36, M). Bei der Berührung verschmelzen diese Zustände zu Plasmodien.

Was die Ursache der Sclerotienbildung anbetrifft, so macht de Bary für *Didymium Serpula* Fr. und Cienkowski für *Chondrioderma difforme* aufmerksam, dass ein langsames Austrocknen des Substrats von entschiedenem Einfluss auf das Zustandekommen dieser Bildung ist. Wenn de Bary nasse, alte Blätter, welche Plasmodien trugen, über einander schichtete und dieselben in mässig feuchter Atmosphäre hielt, so war die Sclerotienbildung an den zuerst trocknenden Stellen zu constatiren. Doch beobachtete er wie auch Cienkowski andererseits, dass die Entwicklung auf dem Objektträger oft mitten im Tropfen stattfand. Es scheinen also noch andere Bedingungen bei der Formation dieser Zustände maassgebend zu sein.

Wenn im Herbst das Substrat der *Fuligo varians*, die Lohhaufen, sich von aussen nach innen langsam abkühlen, so wandern nach de Bary und Stahl[1]) die Plasmodien in die wärmeren Regionen bis zu oft beträchtlicher Tiefe und contrahiren sich hier zu knotenartigen Massen, die sich in Sclerotien umwandeln. Um im Winter Sclerotien der fraglichen Art aufzufinden, muss man die Lohhaufen nicht selten bis auf mehrere Fuss Tiefe untersuchen. Es könnte hiernach Erniedrigung der Temperatur mit zur Sclerotienbildung führen.

Ihre Lebensfähigkeit scheinen manche Sclerotien monate- ja jahrelang bewahren zu können, so die von *Fuligo varians* etwa 8 Monate.

VI. Physiologische Bedeutung der Capillitien.

Die Capillitien, die, wie wir sahen, den Werth von erstarrten Hyaloplasmamassen, niemals aber den von Zellen besitzen, fungiren als mechanische Elemente (mechanisches System).

[1]) Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884, pag. 190.

Digitized by Google

Indessen ist ihre mechanische Bedeutung nicht überall dieselbe, vielmehr lassen sich mehrere Typen streng auseinander halten.

1. Die Capillitien der Trichiaceen. Ihre Hohlröhren (Fig. 21) versehen offenbar dieselbe Funktion, wie die Elateren der Lebermoose, nämlich die Ausstreuung der Sporen. Nächst ihrem Baue weist auch ihre auffällige Hygroskopicität mit Bestimmtheit darauf hin. Bringt man z. B. eine *Trichia*, die draussen im Freien feucht und kalt gestanden, ins trockne, warme Zimmer, so sieht man bei schwacher Vergrösserung, wie die zahlreichen Capillitiumröhren die energischsten Drehungs- und Krümmungsbewegungen ausführen, und man möchte fast glauben, einen Behälter voll Anguillulen vor sich zu haben, so lebhaft ist das Durcheinander dieser Gebilde. Lässt man sie nun längere Zeit im trocknen Raume stehen, sodass sie alle Feuchtigkeit verlieren, und befeuchtet sie dann wieder durch Behauchen oder Besprengen, so wiederholt sich jenes Schauspiel. Dass bei solchen energischen Bewegungen die Sporen im Behälter aufgewühlt werden, sich den Röhren anhängen und aus bereits geöffneten Früchtchen nach aussen geschleudert werden, lässt sich durch direkte Beobachtung bei schwacher Vergrösserung leicht feststellen.

Dass die Krümmungen und Drehungen in Quellungsvorgängen einer- und Contractionserscheinungen andererseits ihre Ursache haben, geht auch aus den Versuchen DE BARY's hervor, welcher zeigte, dass in Alkohol liegende *Trichia*-Röhren sich beim Zutritt von Wasser und in Wasser liegende bei Einwirkung von Schwefelsäure oder Kali sich ähnlich verhalten, wie lufttrockne Röhren beim Anfeuchten.

Ob die *Trichia*-Röhren im Stande sind, die intacte Sporocystenwand zu sprengen, bleibt noch zu ermitteln, ist jedoch nicht wahrscheinlich, da die Wandungen der Früchte relativ derb und widerstandsfähig sind.[1])

2. Die Capillitien der Peritricheen (Cribrariaceen, Clathroptychiaceen). Sie bilden ein peripherisches System (vergl. Fig. 19 und 20), das die Bedeutung einer Versteifungseinrichtung besitzt. Ohne diese Einrichtung würde die Sporocystenhaut der Peritricheen unfähig sein, einen genügenden Schutz abzugeben für das Fruchtinnere, insbesondere zu der Zeit, wo der wichtige Prozess der Sporenbildung sich vollzieht. Bei ihrer ausserordentlichen Dünne und Zartheit würde sie zerreissen oder collabiren, und dabei wären Störungen, wie sie im ersteren Falle durch unmittelbaren Luftzutritt zu dem in Sporenbildung begriffenen Plasma, im letzteren Falle durch Druck und Verschiebungen jedenfalls hervorgerufen würden, nicht zu vermeiden.

Ferner ist nicht ganz unbeachtet zu lassen, dass die Engmaschigkeit des Dictydien- und Cribrarien-Gerüstes (vergl. Fig. 19 und 20) ein gleichzeitiges Ausfallen der Sporenmassen verhindert und eine allmähliche Dispersion derselben herbeiführt. Das System der Cribrariaceen wirkt also wie ein feines Sieb.

3. Die Capillitien der Stereonemeen (Calcariaceen, Amaurochaetaceen)[2]) (vergl. Fig. 12, IV; 13, B; 15, III; 16, B; 18). Sie sind im Innern der Frucht ausgespannt, wie die Zellstoffbalken in der Caulerpa und dienen offenbar,

[1]) Die Beobachtungen CORDA's und DE BARY's, wonach der bereits abgesprengte Deckel mancher Arten vom Capillitium in die Höhe gehoben wird, sowie die andere, gleichfalls von DE BARY herrührende, dass nach Verletzung der Wandung durch einen feinen Nadelstich, das Capillitium mit einem Ruck aus der Oeffnung hervortritt, beweisen noch nicht, dass die intacte Wandung gesprengt werden kann.

[2]) Vergl. pag. 43.

Digitized by Google

wie ein Balkengerüst, zur Stütze eines Daches, zur Stütze der Sporocystenhaut, mit der sie stets fest verbunden erscheinen. (Für die Aethalien, z. B. von *Fuligo varians* ist ein solches Stützgerüst, wegen des Druckes, den die über einander gelagerten Früchtchen aufeinander ausüben, noch besonders wichtig). Ob sie nach erfolgter Reifung eine Sprengung der Membran bewirken, bleibt noch näher festzustellen. Doch steht schon nach DE BARY's Beobachtungen fest, dass z. B. Didymien- und Spumarienstränge sich bei Zutritt von Feuchtigkeit strecken (ihre welligen Biegungen abflachen.)

Die mechanische Bedeutung des früher (pag. 48 ff) charakterisirten Arcyrien-Capillitiums bleibt noch näher festzustellen; es scheint einerseits als Sieb zu dienen, andererseits kann wohl kaum geleugnet werden, dass durch die bei der Reife oder nach dem Zerreissen der Sporocystenhaut erfolgende, bereits von DE BARY beobachtete Lockerung des Netzes (die wenigstens bei einigen Arten *[A. nutans, A. incarnata]* in auffälligerer Weise auftritt) ein Verstäuben der Sporen wesentlich befördert wird.

Fast jede Familie der höheren Mycetozoen bietet ein oder mehrere Beispiele von mehr oder minder ausgeprägter Reduktion des Capillitiumsystems.

Abschnitt III.

Systematik.

In der Geschichte der systematischen Erforschung der Mycetozoen bezeichnet das Erscheinen von ELIAS FRIES's Systema mycologicum (1829) einen Wendepunkt. Bis dahin hatten die Botaniker die hier in Betracht kommenden Organismen den verschiedensten Pilzgruppen (theils den Bauchpilzen, theils den Hymenomyceten, theils den Discomyceten, theils den mucorartigen Pilzen) zugeordnet; sie hatten ausserdem meist nur die fertigen Früchte derselben kennen gelernt und die vegetativen Zustände (Plasmodien) für selbständige Formen gehalten, die sie demnach auch generisch und specifisch unterschieden.

Erst FRIES erkannte, dass die in Rede stehenden Organismen gleichartigen Bau und gleichartigen Entwicklungsgang zeigen, und demgemäss vereinigte er die im System zerstreuten Arten und Genera zu einer besonderen Gruppe, die den Namen *Myxogastres* erhielt. FRIES gewann ferner die Einsicht, dass die vegetativen Entwicklungszustände im Vergleich zu den übrigen Pilzgruppen sehr grosse Eigenthümlichkeiten aufweisen (»Vegetatis maxime singularis et a reliquorum fungorum prorsus diversa«). In Consequenz dieser Erkenntniss hätte er nun die Gruppe von den Pilzen gänzlich abtrennen sollen, allein er glaubte, dass der Bau der fertigen Zustände, soweit er ihn studiren konnte, immerhin pilzähnlich sei und zwar übereinstimme mit dem der Bauchpilze *(Trichogastres)*, und so fasste er denn die *Trichogastres* und *Myxogastres* zur Ordnung der *Gastromycetes* (der Bauchpilze im weiteren Sinne) zusammen.

Die auf Form und Struktur der Früchte gegründete Begrenzung der Genera und Arten wurde von ihm mit bewunderungswürdigem systematischen Takt und Scharfblick ausgeführt, sodass dieselben zum grossen Theil heute noch bestehen.

Er gruppirte die Genera, deren Zahl (19) später (Summa Vegetabilium Skandinaviae) auf 21 erhöht wurde, zu 4 Familien:

Digitized by Google

I. *Aethalini: Lycogala, Aethalium, Reticularia, Spumaria.*
II. *Physarei: Diderma, Didymium, Physarum, Craterium.*
III. *Stemonitei: Diachea, Stemonitis, Dictydium, Cribraria.*
IV. *Trichacei: Arcyria, Trichia, Perichaena, Licea, Cirrholus.*

Da bei Aufstellung der Genera und Familien nur makroskopische Merkmale des Baues und der Entwicklung in Betracht gezogen werden konnten, so musste selbstverständlich die Charakteristik einseitig und oberflächlich bleiben.

Den richtigen Weg zur Beseitigung dieses Uebelstandes wiesen erst die Untersuchungen DE BARY's, der in seinen »Mycetozoen (1859; 2. Aufl. 1864) eine grosse Reihe von Repräsentanten der verschiedensten Gattungen in eingehendster Weise anatomisch und entwicklungsgeschichtlich behandelte und so die Grundlagen für eine scharfe und allseitige Charakteristik gab. Gleichzeitig war auch WIGAND bestrebt, für ein enger umgrenztes Gebiet (die Arten der Gattungen *Trichia* und *Arcyria)* schärfere anatomische Unterscheidungsmerkmale einzuführen (PRINGSHEIM's Jahrb. III).

Als ein Hauptergebniss der Untersuchungen DE BARY's stellte sich heraus, dass der Entwicklungsgang der Schleimpilze sehr wesentlich von dem der Pilze abweicht und lebhaft an die niederen Thiere erinnert. In Folge dessen trennte DE BARY die Schleimpilze von den Pilzen gänzlich ab und schuf die Bezeichnung »Mycetozoen« für die Gruppe.

Soweit seine Untersuchungen reichten, liessen sich die untersuchten Genera in 4 grössere Gruppen zusammenfassen.

1. Physareen (Gattungen: *Aethalium, Spumaria, Diderma, Leocarpus, Claustria, Carcerina, Angioridium, Didymium, Physarum, Craterium, Tilmadoche, Diachea).*
2. Stemonitis.
3. Trichiaceen *(Dictydium, Cribraria, Arcyria, Trichia, Lachnobolus, Perichaena, Licea).*
4. Lycogala (»an welche sich vielleicht *Reticularia* FR. anschliesst«).

Da die erwähnten Forschungen mehr intensiver als extensiver Natur waren, so blieben zahlreiche Genera und Arten noch einer näheren vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen und eine grössere Ausgliederung des Systems übrig. Mit dieser Aufgabe betraute DE BARY einen seiner Schüler, ROSTAFINSKI, der sich derselben eifrig unterzog und auf Grund fast des gesammten in den Sammlungen vorhandenen Mycetozoenmaterials und der gesammten Literatur ein detaillirtes System ausarbeitete, dessen Hauptgruppen er in seinem »Versuch eines Systems der Mycetozoen« (Strassburg 1873) charakterisirte, während die ausführliche Gesammtarbeit unter dem Titel »Monographie der Schleimpilze« (Paris 1875) erschien. Von dieser polnischen Schrift lieferte COOKE eine Uebersetzung unter dem Titel The Myxomycetes of Great Britain (London 1877), die aber nur die englischen Species enthält.

Das ROSTAFINSKI'sche System gliedert sich wie folgt:

Abth. I. **Exosporeae** *(Ceratium).*
Abth. II. **Endosporeae.**

Unterabth. I. Amaurosporeen. Sporen violett oder braun-violett.
Sect. A. *Atrichae.* Früchte ohne Capillitium.
Protodermeae.

Digitized by Google

Sect. B. *Trichophorae.* Früchte constant mit Capillitium.

Ord. I. *Calcareae*
- *Cienkowskiaceae*
- *Physaraceae*
- *Didymiaceae*
- *Spumariaceae.*

Ord. II. *Amaurochaeteae*
- *Stemonitaceae*
- *Enerthenemaceae*
- *Amaurochaetaceae*
- *Brefeldiaceae*
- *Echinosteliaceae.*

Unterabth. II. Lamprosporeae. Sporen verschieden gefärbt, niemals violett.

Sect. A. *Atrichae.* Früchte ohne Capillitium.

Ord. I. *Anemeae*
- *Dictyosteliaceae*
- *Liceaceae*
- *Clathroptychiaceae.*

Ord. II. *Heterodermeae.* — *Cribrariaceae.*

Sect. B. *Trichophorae.* Früchte stets mit Capillitium.

Ord. I. *Reticularieae.* — *Reticulariaceae.*

Ord. II. *Calonemeae*
- *Trichiaceae*
- *Arcyriaceae*
- *Perichaenaceae.*

Gewisse neuere Untersuchungsresultate, und die auf Grund eigener Untersuchungen gewonnene Einsicht, dass einige Gruppen auf zu äusserliche Merkmale (Sporenfärbung) basirt sind, machten Aenderungen in ROSTAFINSKI's System nöthig, bei denen ich einen grösseren Werth auf das »mechanische System« legen zu müssen glaubte.

Versuch einer Uebersicht der Hauptgruppen.

A. **Monadineae.** Meist Hydrophyten, z. Th. Schmarotzer. Zoocystenform meist vorhanden. Plasmodien fehlend oder auf niederer Entwicklungsstufe stehend.

I. *M. azoosporeae* Z. Zoocysten amoebenerzeugend. Schwärmer fehlend.
1. Vampyrelleen. 2. Bursullineen. 3. Monocystaceen.

II. *M. zoosporeae* CIENK. Zoocysten Zoosporen erzeugend.
1. Pseudosporeen. 2. Gymnococcaceen. 3. Plasmadiophoreen.

B. **Eumycetozoa** Luftbewohner; niemals Parasiten. Zoocystenform stets fehlend. Plasmodienform nie fehlend, meist wohl entwickelt. Fructification im Allgemeinen hoch entwickelt.

I. Sorophoreen. Schwärmerbildung fehlend. Pseudoplasmodien (Aggregatplasmodien). Fructification in Soris.
1. Guttulineen. 2. Dictyosteliaceen BREFELD.

II. Endosporeen. Schwärmerbildung vorhanden. Echte Plasmodien (Fusionsplasmodien). Fructification nicht in Soris. Sporenbildung in Sporocysten. Capillitiumbildung.

1. Peritricheen. Capillitium peripherisch, aus Stereonemen gebildet.
1. Clathroptychiaceen ROST. 2. Cribrariaceen ROST.

2. Endotricheen. Capillitium das Innere der Frucht durchziehend.
A. Stereonemeen. Capillitien aus Stereonemata gebildet.
1. Calcariaceen ROST. 2. Amaurochaetaceen ROST.

Digitized by Google

B. Coelonemeen. Capillitium aus Coleonemata gebildet.
1. Trichiaceen Rost. 2. Arcyriaceen Rost. 3. Reticulariaceen Rost. 4. Liceaceen Rost. 5. Perichaenaceen.

III. Exosporeae Rost. Schwärmerbildung vorhanden. Echte Plasmodien. Sporen auf basidienartigen Trägern gebildet.

Erste Abtheilung.

Die Monadinen (Monadineae).[1])

Wenn wir Monadinen und Eumycetozoen bezüglich der Entwicklungsstadien in Vergleich bringen, so ergiebt sich, dass die Schwärmerform die Amoebenform, die Plasmodienform und die Fructification in Sporocysten oder freien Sporen (von den Hypnocystenbildungen zu schweigen) beiden Gruppen vollkommen gemeinsam sind, dass dagegen die Zoocystenform (sei es die Schwärmer-, sei es die Amoeben-erzeugende) ausschliesslich in der Monadinengruppe gefunden wird. Im Allgemeinen hat die Plasmodienform bei den Monadinen noch nicht den Werth eines unentbehrlichen Gliedes im Entwicklungsgange erlangt, den sie bei den Eumycetozoen ohne Zweifel besitzt[2]). Nur bei den höheren Monadinen *(Enteromyxa, Protomyxa, Myxastrum, Plasmodiophora, Tetramxya)* scheint sie bereits constant geworden zu sein. Wo Plasmodien vorkommen, treten sie in meist mikroscopischer Kleinheit und im Allgemeinen in einfacherer Form auf, als bei den Eumycetozoen. Was die Biologie der letzteren anbelangt, so sind ihre Repräsentanten zum grossen Theil Hydrophyten (Süss- und Meerwasserbewohner) meist mit facultativem, seltener mit strengem Parasitismus, der sich zumeist an Algen, minder häufig an Pilzen, höheren Pflanzen oder selbst an ihres Gleichen geltend macht[3]). Manche Arten zeigen voranten Charakter. Für die Eumycetozoen in dem hier festzuhaltenden Sinne dagegen ward seither kein einziger Fall von Parasitismus constatirt.

Unter den Monadinen giebt es eine Anzahl, bei welchen die vegetative Entwicklung ihren Ausgangspunkt von der Schwärmerform nimmt. Sie mögen in Anwendung der Cienkowski'schen Bezeichnung als *Monadineae zoosporeae* benannt werden, eine andere Anzahl besitzt diese Form nicht; sie sollen als *Monadineae azoosporeae* unterschieden werden. Bevor man die wahre morphologische und biologische Bedeutung erkannte, was in erster Linie Cienkowski zu danken ist, hielt man gewisse Entwicklungsformen gewisser parasitischer Monadinen für integrirende Entwicklungsglieder derjenigen Algen, in denen sie gefunden wurden. Namentlich waren es gewisse *Monadineae zoosporeae (Pseudospora parasitica* und andere *Pseudospora*-Arten, sowie *Gymnococus Fockei* und *Pseudospora*

[1]) Ich stand vor der Alternative den Cienkowski'schen Namen »*Monadineae*« oder den von Klein gewählten »*Hydromyxaceae*« (Wasserschleimlinge) zu adoptiren; ich habe mich für die erstere Bezeichnung entschieden, weil sie einerseits die Priorität hat, andererseits längst eingebürgert ist. Sie kann nicht, wie Klein meint, Missverständnisse hervorrufen, weil sich die Gruppe scharf definiren lässt, und weil den alten verworrenen Begriff »Monaden« an den man erinnert wird, heutzutage kaum noch Jemand in Anwendung bringen wird. Ueberdies darf auch nicht unbeachtet bleiben, dass der Klein'sche Name zu eng gefasst erscheint, insofern manche Monadinen nicht Wasserbewohner sind und die Zahl derselben, wie ich auf Grund eigener Beobachtungen bestimmt vermuthe, sich im Laufe der Zeit noch vergrössern dürfte.

[2]) Vergleiche das im morphologischen Theile unter »Plasmodium« Gesagte.

[3]) Man vergleiche die in der Einleitung gegebene Tabelle.

Digitized by Google

Bacillariacearum) welche von MEYEN[1]), PRINGSHEIM[2]), FOCKE[3]) und Anderen für Entwicklungszustände von gewissen Spirogyren, Oedogonien und Bacillariaceen gehalten wurden. Erst CIENKOWSKI[4]) hat in überzeugender Weise die Unhaltbarkeit dieser Ansicht dargelegt durch den Nachweis der parasitischen Natur der erstgenannten *Pseudospora*-Arten; für *Gymnococcus Fockei* und *Pseudospora Bacillariacearum* werde ich selbst zeigen, dass sie gleichfalls Schmarotzer sind, welche den Inhalt der Bacillariaceen aufzehren.

I. Monadineae azoosporeae ZOPF.

Von Entwicklungsformen treffen wir an 1. die Amoebenform, 2. die Plasmodienform, 3. amoebenbildende Zoocysten *(Zoocystae amoebiparae)* und 4. Dauersporen erzeugende Cysten (Sporocysten).

Doch besitzt der Entwicklungsgang diese Ausdehnung nicht überall. So kann bei gewissen *Monadineae zoosporeae* die Bildung von amoebiparen Zoocysten vollständig unterbleiben, bei anderen werden statt Dauersporen erzeugender Cysten nur nackte Sporen erzeugt. Die Plasmodienbildung ist durch SOROKIN, KLEIN und CIENKOWSKI bereits für eine ganze Anzahl von Arten nachgewiesen und dürfte vielleicht auch bei den übrigen vorkommen.

Familie 1. Vampyrellaceae ZOPF.

Ihre Repräsentanten sind sämmtlich Hydrophyten, welche sich von lebenden oder todten niederen Organismen (Algen, Pilzen, Monadinen, Protozoen etc.) ernähren. Von Entwicklungsformen kennt man das Amoebenstadium, das Plasmodienstadium (bei Vampyrellidium, einigen Vampyrellen und Endyomena nicht bekannt), das Amoeben erzeugende Zoocystenstadium und endlich die Dauersporen erzeugenden Cysten, an deren Stelle bei Vampyrellidium einfache nackte Dauersporen gebildet werden.

Genus 1. *Vampyrellidium* Z.

Als Hauptmerkmale gegenüber dem Genus *Vampyrella* sind folgende Momente hervorzuheben: 1. die beiden Formen der Fructification (Zoocysten [Fig. 37, B a] und Dauersporenform (Fig. 37, D) zeigen morphologisch keinerlei wesentliche Differenzen, nur sind erstere zartwandiger. 2. Die Dauerspore entsteht nicht innerhalb einer besonderen Haut, sondern als freie Spore. (In diesen beiden Punkten spricht sich eine gewisse Einfachheit aus.) 3. Zoocysten und Dauersporen keimen stets nur mit einer einzigen Amoebe aus. Letztere besitzt im Allgemeinen den gestaltlichen Charakter der typischen Vampyrellen (Actinophrysform) (Fig. 37, A), ein röthliches Pigment mangelt ihr. Die Fähigkeit der Zweitheilung wurde nicht vermisst, eine Plasmodienbildung bisher aber nicht nachgewiesen.

1. *Vampyrellidium vagans* Z.

Dieser Organismus, den ich bei Berlin und Halle auffand, kann als gefährlicher Algenfeind auftreten. Er zerstört die Colonien oscillariaceenartiger Spalt-

[1]) Pflanzenphysiologie. Bd. III.

[2]) Algologische Mittheilungen in Flora 1852, pag. 465.

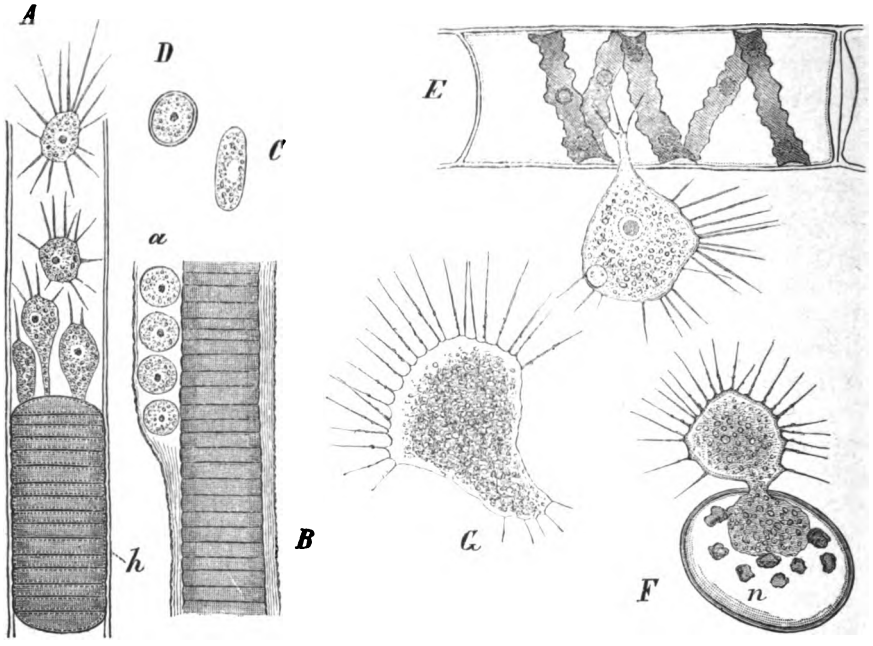
[3]) Physiologische Studien. Heft II, pag. 43. Tab. VI. Fig. 24—30.

[4]) Die Pseudogonidien (PRINGSH. Jahrb. 1858, pag. 371) und Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZES Archiv I, pag. 203).

Digitized by Google

algen, speciell gewisser Lyngbyen[1]), deren Fäden er das ganze Jahr hindurch bewohnt.

In den Scheiden dieser Pflanzen, besonders in den weitlumigen, siedelt sich



(B. 483.) Fig. 37.

A — C 540 fach. *Vampyrellidium vagans* ZOPF. A Stück eines *Lyngbya*-Fadens. In der Scheide steckt ein kurzes Hormogonium h. Drei Amoebenzustände des Parasiten haben eben die scheitelständigen Zellen des Hormogon's angebohrt mittelst eines dicken Pseudopodiums, 2 andere zeigen die Actinophrysform. B, Ein Faden derselben *Lyngbya* mit gequollener Scheide. Zwischen ihr und dem Hormogon sitzen bei a einige in den Zoocysten-Zustand übergegangene Amoeben. C Eine gestreckt-ellipsoïdische Zoocyste. D Eine Dauerspore. E — F 300 fach. *Vampyrella Spirogyrae* CIENK. E Eine Spirogyrenzelle, in welche soeben eine junge Amoebe ein dickes Pseudopodium hineingetrieben. F Eine Zoocyste, welche 2 Amoeben enthielt, die eine ist eben im Austreten begriffen, die andere bereits ausgeschlüpft (G). Bei n die unverdauten klümpchenförmigen Chlorophyllreste, welche die Amoeben vor dem Austritt ausgestossen haben.

das Mycetozoum meistens heerdenweis an und zwar in der Amoebenform (Fig. 37, A). In langen Fäden sah ich oft 50—100 und mehr dieser Zustände bei einander. Ihr zunächst hyaliner Plasmakörper erscheint frei im Wasser schwimmend kugelig, lange feine Pseudopodien nach allen Seiten hin aussendend. In den Scheiden umherkriechend ändern die Amoeben stetig ihre Form, wobei sie birnförmig, keulig, ellipsoïdisch, cylindrisch, lang-spindelig etc. erscheinen können. Um den deutlichen Kern sieht man einen hellen Hof, um diesen gelagert feinkörniges und peripherisch Pseudopodien entsendendes Hyaloplasma. Die Amoeben kriechen auf die Hormogonien zu, legen sich dicht an dieselben an und machen ihre parasitische Angriffskraft in der Weise geltend, dass sie

[1]) Die eine *Lyngbya* zeichnete sich durch relativ beträchtliche Dicke ihrer Fäden aus (Diameter etwa 24—32 mikr.) und durch sehr niedrige scheibenförmige Glieder ihrer Hormogonien (die Höhe dieser Glieder betrug nur 4—6 mikr.) Die andere *Lyngbya* war etwa nur halb so dick, mit höheren Gliederzellen der Hormogonien.

Digitized by Google

mittelst eines dicken Pseudopodiums die Zellmembranen durchbohren (Fig. 37, A) und mittelst feinerer Verzweigungen desselben den blaugrünen Inhalt in ihren Körper hineinziehen, ganz nach Vampyrellenart; schliesslich werden auch die Membranen der Wirthszellen von ihnen aufgelöst. Bisweilen greifen die Amoeben die Hormogonien nicht bloss vom Pole aus an, sondern auch von der Seite, nachdem sie sich zu mehreren bei vielen zwischen Hormogonien und Scheide gedrängt haben, letztere häufig etwas ausweitend.

Von der aufgenommenen Nahrung erscheinen die Amoeben ganz grün tingirt, mit verdecktem Kern und nicht unbedeutend vergrössert. Bei der Verdauung wird das Phycochrom ins Gelbe verfärbt und schliesslich ganz entfärbt. Nicht selten geschieht es, dass ein noch intactes Hormogonium sich in Bewegung setzt und mit einem Schub die Scheide von den Parasiten säubert. So gelangen die Amoeben ins Wasser, um von hier aus zu neuen Fäden hinzuschwimmen oder sich zu encystiren.

Haben sich die Amoeben hinreichend ernährt, so ziehen sie ihre Pseudopodien ein und umgeben sich mit einer zarten, farblos und glatt bleibenden Membran. So werden sie zu Zoocysten (Fig. 37, B a). In weitlumigen Scheiden erhalten sie Kugelgestalt; in englumigen dagegen nehmen sie mehr oder minder gestreckt-ellipsoïdische (C) bis cylindrische Form an. Ihre Grösse ist wechselnd. Der Inhalt zeigt einen meist deutlichen Kern, um diesen hyalines homogenes Plasma und ringsum ist Reserveplasma in Form stark lichtbrechender, dicht gelagerter Körnchen vorhanden. Bei der Keimung schlüpft eine einzige Amoebe an beliebiger Stelle aus. Man findet die Zoocysten oft zu vielen Dutzenden in den entleerten Scheiden, hie und da auch zwischen Hormogonien und Scheide gelagert (Fig. 37, B, bei a), wobei letztere natürlich mehr oder minder starke Weitung erfährt, und die betreffende Fadenstelle fast gallenartiges Aussehen gewinnt. Die schliesslich sich bildenden Dauersporen (Fig. 37, D) unterscheiden sich von den Zoocysten nur durch eine etwas dickere Membran. Sie bilden bei der Keimung gleichfalls eine einzige Amoebe. Wie das Experiment lehrt, ist das Mycetozoum keineswegs streng an blaugrüne Algen gebunden. Bringt man nämlich Saprolegniarasen in die Culturen, so wandern die Amoeben in die vegetativen Schläuche sowohl, als in die Oogonien und Antheridien hinein, nähren sich vom Inhalt dieser Organe und bilden in ihnen schliesslich auch Dauersporen.[1]) Wenn ich ferner lebende oder todte Pinuspollen in jene Algen-Culturen einführte, so krochen die Amoeben auch in diese hinein, um den Inhalt aufzuzehren und sich daselbst zu encystiren. Ein gleiches Resultat erhielt ich mit Vaucherien-Schläuchen, mit Sporen eines Cylindrospermum und mit todten Würmern (Anguillulen). Das *Vampyrellidium* ist also wie auch sein Speciesname ausdrücken soll, keineswegs wählerisch in seinen Substraten und ebensowohl zu saprophytischer, als parasitischer Lebensweise befähigt.

An *Vampyrellidium* schliesse ich fragweise an folgende beiden Gattungen:

Genus 2. *Spirophora* Z.

Die Amoebenform (Fig. 3, III IV) besitzt wenige radiär gestellte an der Basis dicke, am Ende oft zierlich spiralig gekrümmte Pseudopodien und einen unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht wahrnehmbaren Kern. Plasmodien-

[1]) In meiner Mittheilung: Ueber Parasiten in den Oogonien und Antheridien der Saprolegniaceen (Bot. Centralblatt Bd. XII, 1882, pag. 356) ist der Parasit mit in Betracht gekommen. Einen Namen gab ich dort noch nicht, sondern sprach nur von (grossen) Amoeben.

Digitized by Google

bildung fehlend oder doch bisher noch niemals constatirt. Von Fructificationsformen kennt man nur nackte Sporen.

1. *Spirophora radiosa* PERTY.

Sie lebt in Algenculturen. Ich beobachtete sie häufig zwischen Spaltalgen *(Tolypothrix, Glaucothrix)* von deren Fadenstücken sie sich nährte. Man hat zwei Entwicklungszustände zu unterscheiden: die Amoebenform und die Dauersporenform. Bisher war nur die erstere bekannt, die jedenfalls identisch ist mit dem, was PERTY *Amoeba radiosa*[1]) nannte (= *Dactylosphaera radiosa* HERTWIG?) Frei im Wasser schwimmend zeigt der Plasmakörper Kugelform, nimmt aber beim Kriechen auf festem Substrat flache Form an. Von dem Plasmakörper strahlen mehrere stielrunde Pseudopodien aus, die sich zu bedeutender Länge ausstrecken und aus dicker Basis sich allmählich oder plötzlich zu dünnen Fäden verjüngen (Fig. 3, III IV). Sie zeigen in der Regel das Bestreben, an den Enden sehr regelmässige Spiralkrümmungen anzunehmen (Fig. 3, III IV), eine Eigenthümlichkeit, die meines Wissens für andere Monadinen bisher nicht bekannt ist. (In Bezug auf ihren geringen Querdurchmesser und die relativ geringe Höhe der Windungen zeigen die Spiralen eine gewisse Aehnlichkeit mit Spirochaetenformen der Spaltpilze). Die Pseudopodien schwingen oft pendelartig hin und her. Man beobachtet ferner häufig, wie ein langes Pseudopodium sich mit seinem Ende an irgend einen Gegenstand festheftet und nun der Amoebenkörper um die Anheftungsstelle rotirt, ähnlich einem am Faden befestigten Ball, dessen freies Ende man mit der Hand festhält. Die Dauersporen entstehen dadurch, dass der Plasmakörper sich abrundet und mit Membran umhüllt, die Ingesta werden vorher ausgestossen. Es scheint aus der Dauerspore immer nur wieder eine Amoebe hervorzugehen.

Genus 3. *Haplococcus* ZOPF.

Die Fructification tritt auch hier in zwei Formen auf, doch tragen die Zoocysten (Fig. 10, IV), insofern einen eigenthümlichen Charakter, als besondere Austrittsstellen für die Amoeben geschaffen werden, indem an einzelnen Punkten die Membranverdickung unterbleibt und hier bei der Reife eine Auflösung erfolgt. Ueberdies sind nackte, d. h. nicht in Sporocysten gebildete Dauersporen vorhanden, und hierin stimmt das Genus mit *Vampyrellidium* überein. Bisher kennt man nur einen Repräsentanten.

1. *Haplococcus reticulatus* ZOPF.[2])

In biologischer Beziehung unterscheidet sich dieser Organismus von allen übrigen Vampyrelleen durch den Umstand, dass er sich im Körper von Thieren und zwar der Schweine ansiedelt, wo er zwischen den Muskelfasern gefunden ward. Seine Zoocysten stellen relativ kleine (etwa 16—22 μ im Durchmesser haltende) vollkommen oder nahezu kugelige Körper dar. Ihre Membran ist glatt, schwach verdickt und daher deutlich doppelt contourirt, mit Ausnahme von 3 oder mehreren kreisförmig umschriebenen Stellen, welche stets unverdickt bleiben und als flache Papillen ein wenig über den Contour des Behälters vorspringen (Fig. 10, IVb). In dem anfangs feinkörnigen Plasma tritt zur Reifezeit ein

[1]) Vergl. AUERBACH, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. VII.

[2]) Ueber einen neuen Schleimpilz im Schweinekörper *Haplococcus reticulatus* Biol. Centralbl. 1883. Bd. III. Nr. 22. — Sitzungsberichte des botan. Vereins d. Provinz Brandenburg. Juni 1882.

Digitized by Google

Zerklüftungsprozess ein, der zur Bildung von mehreren (etwa 6—15) Plasmaportionen führt. Zunächst pflastersteinartig aneinander gelagert, runden sie sich später gegen einander ab, nehmen amoeboide Bewegungen an und schlüpfen endlich als Amoeben aus. Ihre Austrittsstellen entsprechen den erwähnten, verdünnten und schwach vorgewölbten Membrantheilen, die allmählich bis zur völligen Auflösung vergallerten.

Die Dauersporen stellen Kugeln oder Tetraeder mit starkgerundeten Flächen und Kanten dar und zeigen einen Durchmesser von etwa 25—30 mikr. Die kugeligen waren glatt, die anderen mit leistenartigen Erhabenheiten besetzt, die zahlreiche, in ziemlich grosser Regelmässigkeit auftretende, polygonale Maschen bildeten. Sie waren in Bezug auf die Skulptur dorsiventral gebaut; denn während die Bauchseite nur Netzform zeigte, fanden sich auf der Rückseite ausserdem 3 im Scheitel zusammenstossende, den Kanten des gerundeten Tetraeders entsprechende, lange, kräftige Rippen. Im Inhalt der reifen Spore sieht man meist einen grossen Tropfen von Reserveplasma. Die Auskeimung der Sporen und das weitere Verhalten der Amoeben bleibt noch zu ermitteln.

Ausser dem Umstande, dass die Muskelfasern durch die Einlagerung des Parasiten theilweis aus ihrer Lage gebracht, z. Th. zusammengedrückt wurden, habe ich keine auffälligen Einflüsse bemerkt, wie denn auch die Fleischstücke, in denen der Schmarotzer reichlich vorhanden war, durchaus gesundes Aussehen zeigten. Soweit ich in Erfahrung bringen konnte, scheinen die Schweine in keinerlei besonderer Weise belästigt zu werden.

Wahrscheinlich nehmen die Schweine den Parasiten mit der Nahrung auf die sie aus Schmutzlocalitäten herauswühlen.

Genus 4. *Vampyrella* Cienk.

Die bisher bekannten Repräsentanten dieses Genus sind sämmtlich Bewohner von Süsswasser- und Meeresalgen, welche jedoch nur den Gruppen der Bacillariaceen, Conjugaten und Chlorophyceen (Confervaceen, Cladophoreen, Oedogoniaceen, Palmellaceen, Euglenaceen) angehören. Alle Arten nähren sich vom Inhalt lebender Zellen, insbesondere von Stärke und von Chlorophyll, das bei der Verdauung zu roth- oder gelbbraunen Ballen verarbeitet wird. Ein Theil des veränderten Chlorophylls wird gelöst und färbt vegetative wie fructificative Zustände mehr oder minder intensiv ziegelroth, orangeroth, rosenroth oder seltener gelblich bis bräunlich.

Die Amoebenzustände sind relativ gross, meist actinophrysartig (Fig. 3, V, Fig. 37, G), mit langen, bei den meisten Arten körnchenlosen Pseudopodien sich bewegend, selten mit breitem Saume von Hyaloplasma. Bei allen Arten ist ein deutlicher, relativ grosser Kern nachweisbar, doch wird derselbe durch Chlorophyll, Stärke etc. leicht verdeckt. Neuerdings haben Sorokin und Klein sowohl Zweitheilung der Amoeben, als auch Verschmelzung derselben zu Plasmodien und Theilbarkeit der letzteren nachgewiesen. Doch bleiben die Plasmodien, da sie meist nur aus 2—4 Amoeben entstehen, klein.

Die Nahrungsaufnahme findet entweder in der Weise statt, dass jene vegetativen Zustände das Nährsubstrat, wenn es von nur kleinen, einzelligen Pflänzchen (Bacillarien, Desmidien, Euglenen etc.) gebildet wird, umfliessen und dann erst durch die Membran hindurch Pseudopodien ins Innere senden, oder in der Art, dass die vegetativen Stadien sich an die Algenzellen ansetzen, die Membran nur an einem Punkte mittelst eines dicken Plasmafort-

Digitized by Google

satzes durchbohren und von diesem aus feinere Pseudopodien entwickeln, die den Inhalt der Wirthszelle zusammen-, und in den Plasmakörper hineinziehen.

Die Cysten sind mit einfacher (Fig. 10, I, Fig. 38, I—VI) oder doppelter (Fig. 10, II, V, Fig. 11, III, VI) oder mehrfacher (Fig. 11, IV) Haut versehen.

In den Zoocysten werden eine, oder durch Theilung des Inhalts 2 bis 4, selten mehr Amoeben erzeugt. Besondere Austrittsstellen sind nicht vorhanden. Das Ausschlüpfen erfolgt in der Regel gleichzeitig an so viel Punkten, als Amoeben gebildet sind, da jede derselben sich eine Oeffnung durch die Membran bohrt. Die in Form brauner Ballen vorhandenen unverdauten Nahrungsreste werden vor dem Ausschlüpfen ausgeschieden und bleiben in der Zoocyste zurück (Fig. 37, Fn). In den Sporocysten werden die Dauersporen der Regel nach in der Einzahl erzeugt, und zwar nachdem der plasmatische Inhalt sich unter Abscheidung unverdauter Nahrungsreste ein oder mehrere Male contrahirt und dabei jedesmal eine Haut abgeschieden hat. In dem dunkelrothen Inhalt der Sporen findet sich meist Reserveplasma in Form von dicht gelagerten Tröpfchen aufgespeichert. Bezüglich des Modus der Keimung der Spore fehlen noch Untersuchungen.

Ausser den Sporo- und Zoocysten kennt man für einzelne Arten noch Hypnocysten.

1. *Vampyrella Spirogyrae* Cienkowski.[1])

Sie lebt ausschliesslich an Spirogyren. Ihre relativ grossen ziegelrothen Amoeben tragen im Allgemeinen actinophrysartigen Charakter (Fig. 37, E G) und zeigen in ihren Pseudopodien Körnchenbewegung. Fusion der Amoeben ward noch nicht beobachtet. Die Amoebe setzt sich an die Algenzelle an, durchbohrt deren Wandung (Fig. 37, E), sendet Pseudopodien ins Innere und zieht mittelst derselben Chlorophoren, Stärke und Kerne in ihren Plasmakörper hinein. Hat sie die Zelle ausgeplündert, so kriecht sie weiter, um eine zweite, dritte Zelle etc. anzubohren. Endlich nach reichlich aufgenommener Nahrung geht sie den Zoocysten-Zustand (Fig. 10, I, II, III) ein, in welchem zunächst die Nahrung verdaut und das Chlorophyll dabei in eine rothbraune Masse verwandelt und in unregelmässige Klümpchen zusammengeballt wird. Später theilt sich das ziegelroth gewordene Cystenplasma in 2—4 Theile, die als Amoeben an verschiedenen Punkten die Cysten verlassen (Fig. 10, I). Häufig kommt es vor, dass innerhalb der primären Cystenhaut eine nochmalige Contraction des Plasmas mit Bildung einer secundären Haut zu Stande kommt (Fig. 10, II, III). Die Gestalt der Zoocysten ist gewöhnlich kuglig oder ellipsoidisch, selten unregelmässig.

Durch Cienkowski, der den Entwicklungsgang zuerst feststellte, sind auch die Sporocysten (Fig. 11, III, IV) bekannt geworden. Sie entstehen wie die Zoocysten, nur erfolgt in der Regel 2 bis mehrfache Contraction des Plasmainhaltes, begleitet von den entsprechenden Membranbildungen. Nicht selten findet man den Dauercystenapparat bestehend aus der Dauerspore und noch 4 diese umschachtelnden Häuten. So in Fig. 11, IV, wo die äusserste Haut sehr zart, die nächste dicker, die dritte wiederum sehr zart und morgensternartig configurirt, die vierte wieder dick und glatt erscheint.

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden (Max Schultze's Archiv f. mikr. Anatomie I, pag. 218.)

Digitized by Google

2. *Vampyrella pendula* Cienkowski.

Als Substrat dienen dieser zuerst von Cienkowski[1]) näher untersuchten Art besonders Oedogonien, hin und wieder auch Bulbochaeten und Conferven. Die Amoeben tragen etwa den gestaltlichen Charakter derer von *V. Spirogyrae* (Fig. 3, V), doch unterscheiden sie sich durch den Mangel der Körnchen-Bewegung in den Pseudopodien. Sie durchbohren die Membran ihrer Wirthszellen und senden einige Pseudopodien hinein, welche Chlorophyll und Stärke heranziehen, sodass der Plasmakörper bald ganz grün erscheint. Auch für diese Art hat Klein Verschmelzung von 2—4 Amoeben zu Plasmodien beobachtet. Die Zoocysten, zu denen sich die Amoeben resp. Plasmodien entwickeln, sind von charakteristischer Gestalt; diese Behälter erscheinen nämlich birnförmig mit stielartiger verschmälerter Basis der Nährzelle aufsitzend (Fig. 10, V).

Innerhalb der zarten Cystenhaut contrahirt sich das Plasma im oberen Theile zu der eigentlichen, Kugel- oder Eiform annehmenden zartwandigen Zoocyste, während das Hyaloplasma des Stieles zu einem feinen medianen Strange erstarrt (Fig. 10, V). Je nach der Grösse der Zoocyste entstehen aus dem Inhalt 1—4, in bekannter Weise beide Häute durchbohrende Amoeben.

Der Entwicklungsgang der Dauersporen bildenden Cysten (Fig. 11, VI) stimmt zunächst mit der der Zoocysten überein, nur dass die secundäre Membran stachelige Skulptur annimmt, ein Merkmal, das für die Species charakteristisch erscheint. Innerhalb derselben contrahirt sich das Plasma zur kugligen oder ellipsoidischen, mit doppelt contourirter Membran versehenen Spore, deren Inhalt dunkelziegelroth ist und dicht gelagerte Körner von Reserveplasma enthält.

Unter gewissen (offenbar ungünstigen) Ernährungsbedingungen können nach Klein Schwärmer oder auch Plasmodien einen provisorischen Ruhezustand eingehen, indem sie sich abrunden und mit dünner Membran umgeben (Hypnocysten). Die der Amoeben sind natürlich kleiner, als die der Plasmodien. Beim Eintritt günstigerer Bedingungen schlüpft aus ihnen wieder eine Amoebe hervor von gewöhnlichem Charakter.[2]).

3. *Vampyrella variabilis* Klein.

Nach Klein[3]) lebt diese Art an einer (nicht näher bestimmten) Fadenalge. Ihre Zoocysten zeigen im Gegensatz zu den vorbeschriebenen Arten nach Grösse und Form auffällige Variabilität. Man findet oft ganz unregelmässige, lappige etc. Gestalten (Fig. 10, VIII). Der Durchmesser der Cysten schwankt zwischen etwa 16 und 92 μ. An der dünnen Cystenwand lässt sich durch Jod und Schwefelsäure Blaufärbung hervorrufen. Aus den kleineren Formen tritt der ziegelrothe Inhalt als eine einzige Amoebe aus; den grösseren entschlüpfen 2—4, den grössten selbst bis 10 Amoeben nach dem bekannten Modus. Die Amoeben sind relativ klein (meist 0,012 Millim.), actinophrysartig, ohne Körnchenbewegung. Wie Klein durch direkte Beobachtung constatirte, fusioniren sie zu zwei und

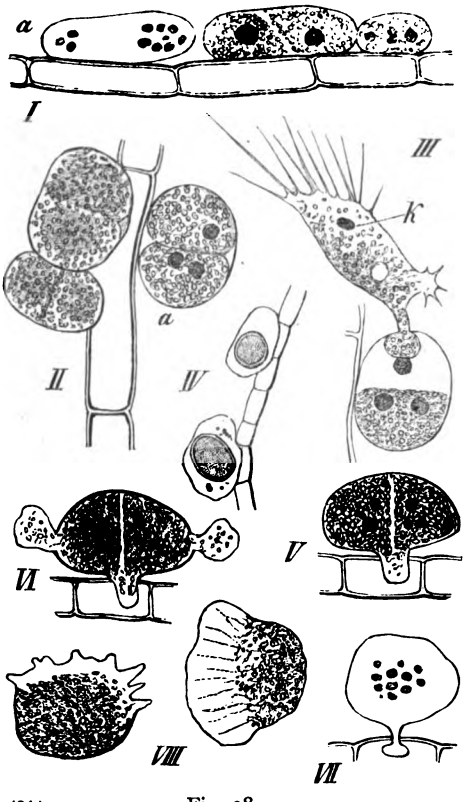
[1]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden, in Max Schultze's Archiv I, pag. 221. Taf. 13, Fig. 57—63 und pag. 223. — Klein, Vampyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung. Botan. Centralblatt. Jahrgang III, 1882. Bd. XI.

[2]) Was Klein als *Vampyrella inermis* beschreibt, dürfte eine blosse Varietät der *V. pendula* sein, denn sie weicht im Grunde nur dadurch ab, dass die secundäre Membran der Sporocyste, anstatt morgensternförmig, glatt erscheint.

[3]) Klein, Vampyrella, Botan. Centralbl. Bd. XI. pag. 189 u. 257, Taf. I, Fig. 1—33.

Digitized by Google

mehreren und bilden so unregelmässig-eckige oder lappige Plasmodien, welche sich theilen können. Amoeben wie Plasmodien berauben die Nährzellen ihres Inhalts in derselben Weise, wie *V. Spirogyrae*. Ausserdem kennt man die Sporocysten. Die Dauerspore entsteht durch Contraction des Cysteninhaltes zu einem kugeligen oder ellipsoidischen, mit dicker, feinwarziger Membran sich umgebenden Körper.



(B. 484.) Fig. 38.

I—IV *Vampyrella variabilis* KLEIN. I (600fach) Stück eines Oedogonium-Fadens mit 3 gestreckten Zoocysten. Die eine (a) hat ihre Amoeben bereits entlassen, in den beiden andern sind sie noch vorhanden. Die dunklen Körper sind Chlorophyllreste. II (700fach) Stück eines Oedogoniumfadens mit 3 rundlichen Zoocysten; in der einen (a) hat sich der Inhalt zu zwei Amoeben umgebildet. III 700fach. Dieselbe Zoocyste einige Minuten später. Die eine Amoebe ist im Ausschlüpfen begriffen; eben zwängt sich der hintere Theil ihres Plasmaleibes noch durch die Oeffnung. Die Amoebe zeigt einen amoeboiden länglichen Kern und eine Vacuole. IV 350fach. Stück eines schmalen Algenfadens mit 2 Sporocysten. V—VIII *Vampyrella pedata* KLEIN. 350fach. V Zoocyste mit cylindrischem Stiel in der Oedogoniumzelle steckend, Inhalt in 2 Amoeben getheilt. VI die beiden Amoeben im Ausschlüpfen begriffen. VII Entleerte Zoocyste, im Innern die braunen Chlorophyllreste, der Stiel stark eingeschnürt. VIII die für die Art charakteristische Amoebenform; Bewegung mittelst des breiten Hyaloplasmasaumes, lange Pseudopodien fehlen. (Fig. IV—VIII nach KLEIN, die übrigen n. d. Nat.)

4. *Vampyrella pedata* KLEIN.[1])

Sie lebt in Gemeinschaft mit anderen Vampyrellen an Oedogonien. Von ihren fructificativen Zuständen sind bisher nur die Zoocysten bekannt. Letztere zeichnen sich aus durch stielartige, meist in der Einzahl, seltener in Zweizahl auftretende, bald zitzenförmige, bald an der Basis fussartig erweiterte Fortsätze, mit denen sie in den entleerten Wirthszellen stecken bleiben (Fig. 38, V—VII); im Uebrigen sind die Zoocysten etwa von der Form derer von *V. Spirogyrae* (niedergedrückt-kugelig, ellipsoidisch, eiförmig, birnförmig). Ihre Membran wird durch Jod und Schwefelsäure gebläut. Der plasmatische Inhalt der Zoocyste, von meist ziegelrother oder gelbbrauner Färbung, theilt sich in der Regel in 2 Amoeben (Fig. 38, V, VI), welche an den beiden Polen austreten; kleinere Formen entwickeln nur eine Amoebe. Diese Zustände sind gegenüber anderen Vampyrellen durch geringe Entwicklung des Bewegungsapparates ausgezeichnet: der durch lange radial gestellte Pseudopodien hervorgerufene »*Actinophrys*-Charakter« fehlt, die Pseudopodien bleiben kurz oder fehlen ganz, und die Bewegungen werden von einem einseitigen breiten Hyaloplasma-Saume ausgeführt (Fig. 38, VIII).

[1]) Vampyrella CIENK. im Botan. Centralbl. Bd. XI, pag. 204—208 und pag. 259, Taf. IV, Fig. 1—19.

Digitized by Google

Zu den Oedogonienzellen hingelangt, durchbohren sie mit dickem Fortsatze deren Membran und ziehen Chlorophyll und Stärke in ihren Plasmakörper. (Ohne Zweifel sind HERTWIG und LESSER's *Hyalodiscus rubicundus*[1]), sowie F. E. SCHULZE's *Plakopus ruber*[2]) mit den eben beschriebenen Amoeben der *Vampyrella pedata* identisch, wenn auch die Weiterentwicklung jener Zustände nicht verfolgt wurde. Bildung kugeliger Hypnocysten ward gleichfalls von KLEIN festgestellt, die der Sporocysten aber, sowie auch Plasmodienbildung bisher noch nicht beobachtet. Zur Zeit ist die Art nur aus Ungarn bekannt, aber jedenfalls auch in Deutschland zu finden.

5. *Vampyrella multiformis* ZOPF.

Ich fand diese typisch-vampyrellenartige Species in einer Cultur einzelliger chlorophyllgrüner Algen (Desmidiaceen [Cosmarien] und *Chlamydomonas*). Die schwach fleischrothen Amoeben, welche actinophrysartige Pseudopodien entwickeln (Fig. 39, A), kriechen in solche Pflänzchen hinein und zehren deren Inhalt auf. Hier bleiben sie entweder liegen und bilden Zoocysten (Fig. 39, B C D E), oder sie durchbohren die Wirthsmembran und encystiren sich ausserhalb der Alge. Bezüglich der Form lassen die Zoocysten eine weitgehende Variabilität erkennen. Die in den Algen entstandenen sind kugelig oder ellipsoïdisch oder meistens die Form der Wirthszellen nachahmend, die frei entstandenen erscheinen in der Regel sehr unregelmässig und von verschiedenster Grösse (Fig. 39, F G H). In ihrem von zarter Haut umgebenen Inhalt sieht man die unverdauten Chlorophyllreste in Form rothbrauner Körnchen oder Klümpchen liegen. Häufig findet man Formen wie Fig. 39, D, wo die Amoebe beim Austritt aus der Wirthszelle zur Zoocyste wurde und daher tief

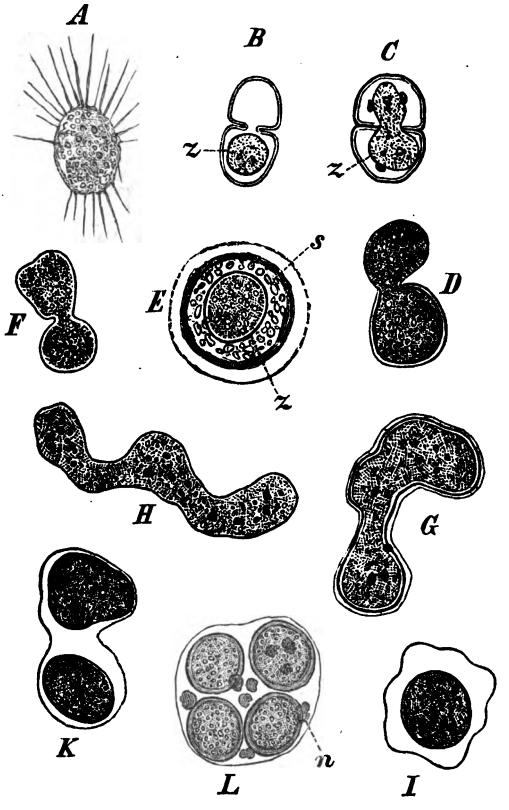


Fig. 39. (B. 485.)

Vampyrella multiformis ZOPF (540fach). A actinophrysförmiger Amoebenzustand. B C *Cosmarium*-Zellen mit je einer Zoocyste (z). D Hälfte einer Cosmarienzelle mit einer halb im Innern steckenden, halb ausserhalb derselben befindlichen eingeschnürten Zoocyste. E *Chlamydomonas*-Zelle mit einer Zoocyste z im Centrum, die umlagert ist von Stärkekörnern s. F G H unregelmässige, grosse Zoocysten, die dunklen Körner sind braune Nahrungsballen, bei G ist eine secundäre Cystenhaut vorhanden. I Sporocyste mit einer Spore. K Sporocyste mit 2 Sporen. L Sporocyste mit 4 Sporen. n die braunen Nahrungsballen.

[1]) Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. X, pag. 49.

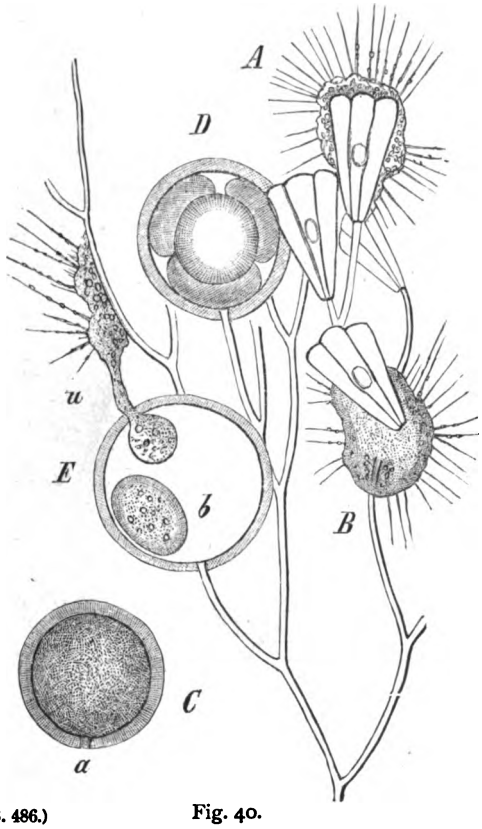
[2]) Daselbst. Bd. XI, pag. 348.

Digitized by Google

eingeschnürt erscheint. Ausnahmsweise contrahirt sich das Plasma, um nochmals eine Haut abzuscheiden. Die Sporocysten, in ihrer Form gleichfalls sehr schwankend, entwickeln zwei oder mehrere Dauersporen, indem ihr Inhalt sich in ebenso viele Theile theilt, die nach Ausstossung etwaiger unverdauter Ingesta (Fig. 39, Li) sich abrunden und mit derber Membran umgeben (Fig. 39, K L). Doch sind auch einsporige Cysten (Fig. 39, I) häufig.

6. *Vampyrella polyblasta* Sorokin.[1])

Die Entwicklung geht nach Sorokin von einer actinophrysartigen, rosenrothen Amoebe aus. Wenn sie anderen ihres Gleichen begegnet, so fliesst sie mit ihnen zusammen, ein Act, der sich mehrmals wiederholen kann und zur Plasmodien-Bildung führt. Die Plasmodien nähren sich von Euglenen, deren Chlorophyll sie aufzehren. Schliesslich ziehen sie ihre Pseudopodien ein, umhüllen sich mit Membran und stellen nunmehr Zoocysten dar. Ihr Inhalt theilt sich in Amoeben, die jede an einer besonderen Stelle der Membran ausschlüpfen. Mitunter kriechen die Amoeben in encystirte Euglenen ein, um daselbst kleine Zoocysten zu bilden, deren jede wieder eine Amoebe entlässt. Das Plasmodium kann beim allmählichen Austrocknen der Cultur in zahlreiche Plasmaportionen zerfallen, deren jede sich mit Membran umgiebt. Befeuchtet man solche Zustände wieder, so fliessen sie nach Aufquellung der Wandung von Neuem zum Plasmodium zusammen. Es liegt also hier ein Analogon der Sclerotienbildung der höheren Mycetozoen vor. Auch Mikrocysten sind beobachtet worden, Sporocysten dagegen unbekannt.



(B. 486.) Fig. 40.

Vampyrella Gomphonematis Haeckel. Bäumchenartige Colonie von *Gomphonema devastatum* Haeckel mit verschiedenen Entwicklungszuständen der *Vampyrella*. A B Amoeben, welche die Diatomeen umhüllen, von *Actinophrys*-Form. C Cyste mit noch nicht differenzirtem Inhalt. In der dicken Membran bei a die Stelle, wo die Cyste das Ende eines *Gomphonema*-Stieles umfasste. D eine Cyste, deren Inhalt in 4 Amoeben getheilt ist. E eine Cyste, aus der soeben eine Amoebe ausschlüpft (nach Haeckel).

7. *Vampyrella Gomphonematis* Haeckel.

Biologisch hat dieses von Haeck.[2]) an der norwegischen Küste entdeckte Meeres-Mycetozoum mit folgender Art insofern Gemeinsames, als dasselbe sich gleichfalls von Bacillarien nährt und speciell ein mit verzweigten Gallertstielen versehenes *Gomphonema (G. devastatum* Haeckel) ausplündert.

[1]) Grundzüge der Mycologie, pag. 495—497. Vergl. Just's Jahresbericht 1876.

[2]) Biologische Studien, pag. 162—169. Taf. VI. Fig. 1—4.

Digitized by Google

Von fructificativen Zuständen kennt man bisher nur eine Cystenform (die Zoocystenform ?) (Fig. 40, CDE). Sie zeigt kugelige Gestalt und eine ziemlich dicke, glashelle, durch Jod und Schwefelsäure sich nicht bläuende Haut. Ihr Durchmesser beträgt meistens 0,06—0,07 Millim. Der hell ziegelrothe, plasmatische, mit Fetttröpfchen durchsetzte Inhalt zerklüftet sich in 4 Portionen, die sich — entgegen der sonst bei Vampyrellen herrschenden Regel — gegenseitig abrunden und tetraedrische Lagerung zeigen (Fig. 40, D). Sie schlüpfen schliesslich als Amoeben aus, die Haut, wie es scheint, nur an einer Stelle durchbohrend (Fig. 40, Eu). Die ihrer Form nach actinophrysartig erscheinenden, in den Pseudopodien Körnchenbewegung zeigenden, ziegelrothen Amoeben kriechen nach benachbarten *Gomphonema*-Zellen hin, umfliessen diese und saugen sie mittelst ihrer Pseudopodien aus. Die entleerten Schalen werden aus dem Körper ausgestossen, die Pseudopodien eingezogen und der Körper rundet sich zur Cyste ab, das äusserste Ende der zuletzt geplünderten *Gomphonema*-Zelle in der Regel umschlossen haltend; daher erscheint die Cystenhaut an dieser Stelle durchbrochen (Fig. 40, Ca).

Zu *Vampyrella* gehört vielleicht auch: *Monadopsis vampyrelloides* KLEIN.[1])

Sie wurde an einer Tetraspora-artigen Alge beobachtet. Ihre Amoeben sind im Vergleich zu anderen Arten sehr klein, blassröthlich gefärbt mit wenigen kurzen spitzen Pseudopodien versehen. Sie umfliessen die Nährzelle entweder einzeln, oder mehrere Amoeben die mit einander verschmelzen, hüllen Gruppen der Nährzellen ein und encystiren sich dann. Die Zoocysten erscheinen von geringer Grösse, kugelig oder ellipsoidisch, und sind mit zarter, durch Jod und Schwefelsäure sich bläuender Membran versehen. Ihr Inhalt wird in 2 bis 3 Amoeben getheilt, die sodann an verschiedenen Stellen ausschlüpfen. Sporocysten wurden noch nicht beobachtet.

Genus 5. *Leptophrys* HERTWIG u. LESSER.

Von Entwicklungsstadien sind bekannt 1. die Amoebenform, 2. die Plasmodien, 3. amoebenerzeugende Zoocysten, 4. Dauersporen erzeugende Cysten (Sporocysten). In ihrer actinophrysartigen Gestalt erinnern die Amoeben lebhaft an die Vampyrellen, doch sind sie nicht, wie diese einkernig, sondern vielkernig und wie es scheint frei von contractilen Vacuolen. Ihre Nahrung besteht in lebenden Algen, Monadinen und Protozoen. Sie bemächtigen sich ihrer Beute durch Umfliessen. Bisher ist nur eine Art bekannt:

1. *L. vorax* CIENK.

In Gräben, Moorsümpfen, Teichen, Wasserreservoiren ziemlich häufig auftretend lebt diese von CIENKOWSKI entdeckte und als *Vampyrella vorax* beschriebene[2]) Species von den verschiedensten Algen, insbesondere von (Bacillariaceen (Cocconemen, Epithemien, Naviculen, Synedren etc.) aber auch von Conjugaten (Desmidien) und den verschiedensten Chlorophyceen (Oedogonien, kleinen Coleochaeten, chlamydomonasartigen Palmellaceen, Euglenen etc.) In meinen Culturen wurden selbst die Zoocysten und Sporocysten naher Verwandten (wie z. B. der *Vampyrella pendula* CIENK.), sowie die Ruhezustände von Räderthierchen nicht verschont.

---

[1]) *Vampyrella*, ihre Entwicklung u. systematische Stellung. Botan. Centralblatt Bd. XI, pag. 209 u. 260. Taf. 4. Fig. 20—27.

[2]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden: MAX SCHULTZE's Archiv I, pag. 223. Taf. 13. Fig. 64—73.

Digitized by Google

Die Amoeben (Fig. 3, II, Fig. 4, VII) sind vor den Vampyrellen-Amoeben durch ihre Grösse ausgezeichnet, bald farblos, bald mit einem von verdautem Chlorophyll herrührenden röthlichen Farbstoffe tingirt. Infolge der netzmaschigen Anordnung des Körnchenplasmas erhalten sie ein schaumiges Ansehen (Fig. 3, II, Fig. 4, VII). Innere Anordnung beruht im Wesentlichen auf der Gegenwart zahlreicher, bisher noch bei keiner anderen Monadine beobachteten Paramylumkörner, die dicht nebeneinanderliegend den Plasmakörnchen nur jene maschenartige Anordnung gestatten, und von CIENKOWSKI, HERTWIG und LESSER,[1]) sowie von KLEIN[2]) für Vacuolen gehalten wurden. Die Amoeben sind einerseits der Theilung (Fig. 4, VII) fähig, sowohl vor als nach der Nahrungsaufnahme, andererseits können sie, wie KEIN zuerst zeigte und ich selbst bestätigte, fusioniren.

Amoeben wie Plasmodien umfliessen ihre Opfer und hüllen sie ganz mit ihrem Plasmakörper ein. Längere Algenfäden werden dabei in kurze Stücke zerknickt.

Das Chlorophyll der Nährzellen wird allmählich in eine braune, formlose Masse verwandelt, die Stärke aber scheinbar nicht gelöst. Bei Bildung der Zoocysten (Fig. 9, V) seitens der Amoeben oder der Plasmodien werden die z. Th. erst noch vollständig zu verdauenden Nahrungskörper mit eingeschlossen, sowohl kleinere, als grössere, und davon hängt die Form und Grösse dieser Fructificationszustände wesentlich mit ab. Bald erscheinen sie mehr rundlich (kugelig, eiförmig, herzförmig, stumpfdreieckig, viereckig etc.). bald mehr gestreckt (Fig. 9, V), cylindrisch, flaschenförmig, spindelig, bisquitartig etc. Ich fand nicht selten Zoocysten von $\frac{1}{4}$ Millim. Länge. Ihre Haut ist glatt, farblos und zeigt mit Jod und Schwefelsäure Blaufärbung. Der gleichfalls Paramylum (Fig. 9, V p)führende weissröthliche Inhalt theilt sich später in 2—6 Portionen, deren jede an einer anderen Stelle die Membran als Amoebe verlässt.

Die entleerten Cystenhäute umschliessen noch lange Zeit die ausgesogenen Bacillarien, grünen Algen etc.

Aeltere Beobachter haben Bacillarienhaltige Cysten wegen entfernter Aehnlichkeit mit Copulationsstadien von Bacillarien, irrthümlich für Zustände letzterer Art gehalten.[3])

Zum Zweck der Formation der Sporocysten (Fig. 11, III) stossen die Amoeben resp. Plasmodien ihre Einschlüsse stets aus. Sie runden sich dann zum kugeligen oder gestreckten Körper ab, der sich mit dünner Haut umhüllt. Innerhalb derselben contrahirt sich das Plasma zur Kugel oder zum Ellipsoid und umgiebt sich mit derberer Membran, zur Spore werdend. Unter gewissen Verhältnissen wiederholt sich der Vorgang, sodass der ganze Sporocystenapparat besteht aus der zarten äusseren Haut, aus einer derben, oft mit nach innen vorspringenden wärzchenförmigen Verdickungen versehenen inneren Haut, und aus der dunkelziegelrothen derbwandigen Dauerspore (Fig. 11, VII), in deren Inhalt Reservestoffe in Form dicht gelagerter wandständiger Tröpfchen oder Körnchen aufgespeichert liegen.

An *Vampyrella* und *Leptophrys* dürfte sich anschliessen:

---

[1]) Ueber Rhizopoden und denselben nahestehenden Organismen (MAX SCHULTZE's Archiv Bd. X. Supplement pag. 57 ff. Taf. II. Fig. 3. 4.) hier ist die Amoebenform als *Leptophrys cinerea* und *L. elegans* beschrieben.

[2]) *Vampyrella*, ihre Entwicklung und systemat. Stellung, Bot. Centralbl. Bd. 11. pag. 209 u. 260. Taf. 4, Fig. 20—27.

[3]) Vergl. LÜDERS, Bot. Zeitung 1860, pag. 377.

Digitized by Google

Endyomena polymorpha Zopf.[1])

Ich habe den Schmarotzer in Berlin, Halle und in Pommern beobachtet. Seine Amoeben sind ein- bis mehrkernig, von sehr wechselnder Grösse und unregelmässiger Gestalt. Sie kriechen in die Scheiden mancher Spaltalgen (Lyngbyen, *Tolypothrix* etc.) hinein, um hier die Hormogonien anzugreifen und gänzlich aufzuzehren. Die unverdaulichen Reste durchsetzen das Plasma der Amoeben in Form kleiner braungefärbter Ballen und werden bei Beginn der Fructification ausgestossen.

Von fructificativen Stadien habe ich bisher bloss die amoebenerzeugenden Zoocysten aufgefunden (Fig. 10, IX—XIII). Dieselben sind zu mehreren bis vielen (oft bis über 20) in eine Reihe gelagert und zeigen sehr wechselnde Grösse und Form. Oft treten sie in zierlich cylindrischer Gestalt auf, den Raumverhältnissen der Scheide sich accomodirend (Fig. 10, IX). Sehr häufig aber weiten sie unter Annahme von bauchigen, keuligen, selbst kugeligen, oder ganz unregelmässigen Formen die Scheide mehr oder minder bedeutend aus (Fig. 10, X), ja sie durchbrechen dieselbe mitunter, seitliche Auswüchse bildend (Fig. 10, XIII).

Kleine Zoocysten enthalten nur 1—2 Kerne, grössere, mehrere bis viele. (Fig. 9, IX.) Sie sind nur nach Abtödtung und Färbung nachzuweisen in Folge ihres sehr geringen Lichtbrechungsvermögens. Mit zunehmendem Alter contrahirt sich das Plasma innerhalb der primären Haut, um eine secundäre Hülle abzuscheiden (Fig. 10, X, XII), und zwar tritt jene Contraction in der Regel am auffälligsten an den Polen auf. Die Auskeimung der Zoocysten zu Amoeben habe ich leider nicht ermitteln können.

Wenn im Laufe der Zeit die Scheiden der Spaltalge vergallerten, so werden die Zoocysten frei, anfangs noch in der Richtung der ehemaligen Scheide gelagert, verschieben sie sich später gegeneinander.

In meinen Culturen wurden die betreffenden Spaltalgen in dem Grade decimirt, dass ihre anfangs schön blaugrünen Häute schliesslich in graubräunliche verwandelt wurden.[2])

Familie 2. Bursullineen Zopf.

Bezüglich ihrer Lebensweise unterscheiden sie sich von den Vampyrellen darin, dass sie nicht Wasser-, sondern Luftbewohner sind, die zum Substrat Excremente pflanzenfressender Thiere oder sonstige todte Pflanzentheile wählen. Sie besitzen z. Th. Plasmodienbildung und zweierlei Fructification: amoebenbildende Zoocysten und nackte Dauersporen.

Genus 1. *Bursulla* Sorok.

1. *Bursulla crystallina* Sorokin.[3])

Ihr Substrat sind Pferdeexcremente, an deren Oberfläche sie zunächst in Amoeben erzeugenden Zoocysten fructificirt. Letztere stellen gestielte kugelige oder eiförmige Behälter von ungefähr 15 mikr. dar (Fig. 41, G). Die Länge des Stieles schwankt zwischen der Hälfte und dem Mehrfachen der Cysten-

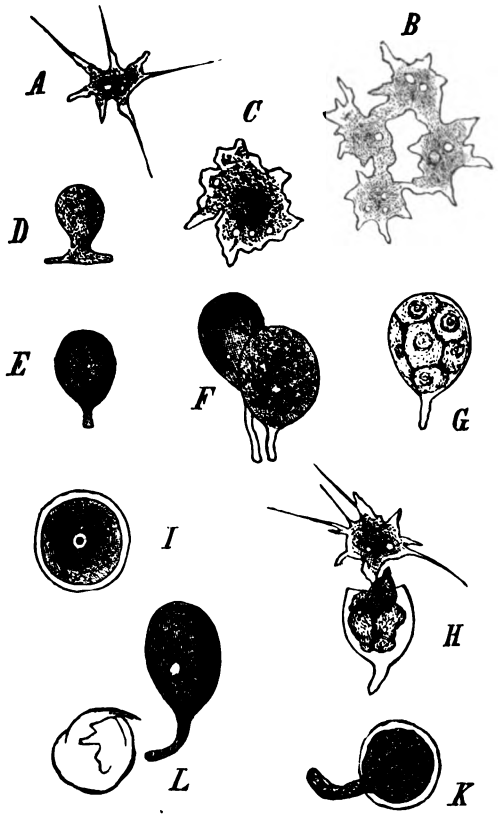
[1]) Von ἐνδύεσθαι = hineinkriechen gebildet, weil der Organismus in die Scheiden von Spaltalgen einkriecht.

[2]) Näheres über diesen interessanten Schmarotzer gedenke ich an anderer Stelle mitzutheilen.

[3]) Annales des sc. nat. bot. sér. 6. tom. 3, pag. 40. 1876.

Digitized by Google

länge. Der rosenröthliche Inhalt enthält intensiver gefärbte Körnchen und Fetttröpfchen. Zur Reifezeit theilt er sich in 8 Portionen, die als Amoeben (Fig. 41, A) die Zoocyste verlassen, nachdem die polare Region ihrer Membran durch einen Vergallertungsprozess aufgelöst ist (Fig. 41, H). Die Amoeben bewegen sich mittelst langer, spitzer Pseudopodien und können zu 2 bis mehreren fusioniren (Fig. 41, B), ein kleines Plasmodium bildend (Fig. 41, C). Bald nachher geht es zur Fruchtbildung über, indem sich das Plasma in der Mitte zu einem Hügel anhäuft. In dem Maasse, als dieser Hügel sich vergrössert, verkleinert sich der Durchmesser des Plasmodiums und schliesslich geht es ganz auf in der Bildung einer gestielten Zoocyste von der oben beschriebenen Beschaffenheit (Fig. 41, D—G). Aus einem Plasmodium von grösseren Dimensionen können unter Umständen auch 2—3 Zoocysten hervorgehen (Fig. 41, F). Ausser dieser Fructification hat Sorokin auch noch Dauersporen beobachtet (Fig. 41, I). Sie entstehen gleichfalls aus Plasmodien, sind kugelig, mit dicker Haut, rosenrothem Inhalte und deutlichem Kerne versehen. Bei der ziemlich eigenartigen Keimung platzt die glatte Haut auf, der Inhalt tritt heraus und formt sich schliesslich zu einer gestielten Zoocyste (Fig. 41, K, L.[1])



(B. 487.) Fig. 41.

Bursulla crystallina Sorok. A Amoebenzustand. B Vier Amoeben im Begriff zu fusioniren. C Plasmodium, in dessen Mitte sich eine Erhebung als Anfang der künftigen Zoocyste bildet. D die Erhebung hat sich vergrössert und stellt eine kurze Keule dar. E das Plasma des Plasmodiums ist bereits ganz zur Bildung der Zoocyste verwerthet. Sie erscheint nun gestielt. F zwei Zoocysten aus ein und demselben Plasmod hervorgegangen, länger gestielt. G eine reife Zoocyste, der Inhalt ist in mehrere Amoeben zerklüftet. H der scheitelständige Theil der Cystenhaut ist aufgelöst, und nun treten die Amoeben aus. J Dauerspore. K Keimung derselben, der Inhalt tritt theilweis durch die Membran hindurch und formt sich zum Stiel. L das Endprodukt der Keimung: die gestielte Zoocyste, daneben liegt die leere Sporenhaut (500fach, nach Sorokin).

Familie 3. Monocystaceae Z.

Hierher gehören einige Wasserbewohner, die vorante Formen darstellen und zwar sich von Algen oder Protozoen nähren. Von Fructificationsformen wird im Gegensatze zu den Vampyrelleen nur die Sporocystenform erzeugt (daher der obige Name) und hierin erinnert die Gruppe an die Eumycetozoen. Die Plas-

[1]) Wie aus dem Vergleich der Entwicklungsgeschichte der *Bursulla crystallina* mit *Guttulina rosea* Cienk. hervorgeht, haben beide Organismen keine nähere Verwandtschaft.

Digitized by Google

modienform ist entwickelter als bei den Vampyrelleen und mehr eumycetozoenartig. Wir dürfen auf Grund beider Momente in dieser Gruppe ein Uebergangsglied von den Monadinen zu den höheren Mycetozoen erblicken.

Gattung 1. *Myxastrum* HAECKEL.

Die Plasmodien sind von actinophrysartiger Form, die Cysten kugelig. Sie erzeugen viele Sporen, deren Achse gegen das Centrum der Cyste gerichtet und deren Haut verkieselt ist. Bei der Keimung entschlüpft am Pole eine Amoebe. Meerbewohner.

1. *Myxastrum radians* HAECKEL.[1])

Nach HAECKEL's Untersuchungen, der den interessanten Organismus an der Küste der kanarischen Insel Lanzarote entdeckte, verläuft die Entwicklung folgendermaassen:

Aus der gestreckt ellipsoidischen, etwa 0,03 Millim. in der Länge, 0,015 Millim. in der Dicke messenden, mit Kieselhaut versehenen Spore schlüpft bei der Keimung aus einer polar entstehenden Oeffnung eine einzige Amoebe aus, welche zunächst abgerundete Form annimmt, um später Pseudopodien nach Actinophrysart zu entwickeln. Aus der Amoebenform entwickelt sich die Plasmodienform.

Das von HAECKEL ausgeführte Experiment, dass die zur Zerreissung eines Plasmodiums mittelst der Nadel entstandenen Theilstücke sich vollkommen wie gewöhnliche Plasmodien verhalten (Pseudopodien entwickeln und sich ernähren) weist bestimmt darauf hin, dass die Plasmodien Fusionsprodukte von Amoeben sind. Ob daneben auch Amoeben durch blosse Nahrungsaufnahme, wie HAECKEL behauptet, sich zu den grossen Plasmakörpern entwickeln können, scheint noch fraglich. Die Plasmodien erreichen eine solche Grösse, dass sie schon mit blossem Auge als grauweisse Pünktchen wahrnehmbar sind (0,5 im Maximum).

Zur Zeit der Fruchtbildung werden die Nahrungsreste ausgestossen und die Pseudopodien eingezogen; der Plasmakörper rundet sich zur Schleimkugel und scheidet eine Membran ab, die allmählich durch Anlagerung neuer Schichten vom Plasma her dicker wird. Durch Jod und Schwefelsäure wird sie nicht gebläut, beim längeren Liegen in Jod gelb, durch Essigsäure und Mineralsäuren scheinbar nicht verändert, dagegen mit Aetzkali zur Quellung und Auflösung gebracht. Schliesslich zerklüftet sich das Plasma in zahlreiche (etwa 50) Sporen, deren Längsachse, wie bereits erwähnt, radial gerichtet ist.

Als Nahrung dienen dem *Myxastrum* verschiedene Diatomeen, Peridinien und Nauplius-Formen kleiner Crustaceen.

Gattung 2. *Enteromyxa* CIENK.

Von der vorigen Gattung ist dieses Genus unterschieden durch die Plasmodienform. Dieselbe ist wurmartig oder verzweigt bis netzförmig und mit hyaloplasmatischen fingerförmigen Pseudopodien versehen. Im Gegensatz zu *Myxastrum* theilt sich das Plasmod vor der Fructification in mehrere bis viele Theile, deren jeder zu einer Cyste wird, die mehrere bis viele Sporen bildet.

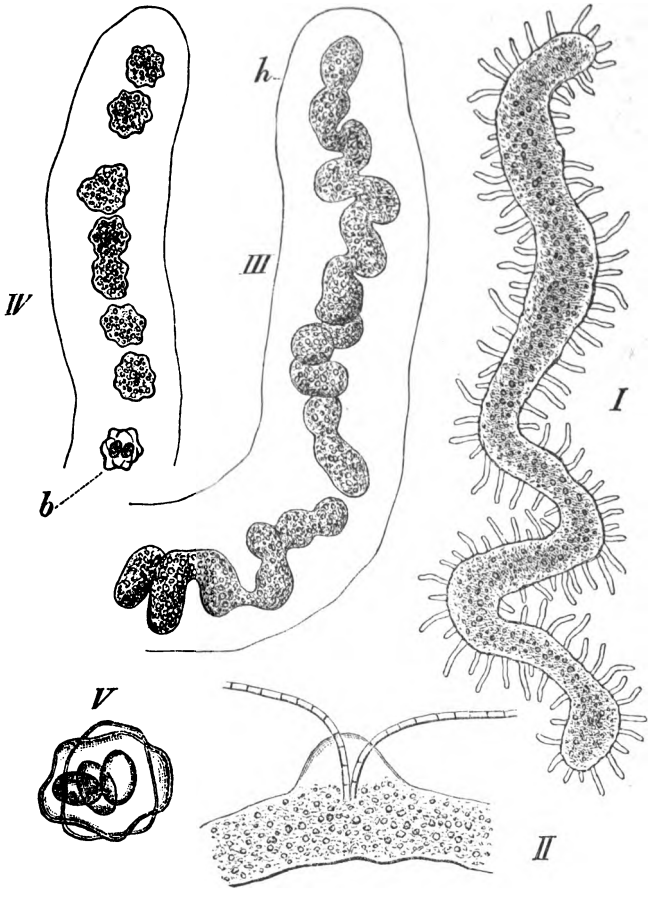
---

[1]) Studien über Monaden. pag. 30, Taf. II, Fig. 13—24.

Digitized by Google

1. *Enteromyxa paludosa* Cienkowski.

Dieses von Cienkowski entdeckte, höchst merkwürdige Mycetozoum lebt in Sümpfen und nährt sich von Schizophyceen, speciell Oscillarien, sowie von Bacillariaceen.[1])



(B. 488.) Fig. 42.

Enteromyxa paludosa Cienk. I Wurmförmiges Plasmodium mit seinen fingerförmigen Pseudopodien. II Stück eines Plasmodiums, das mittelst einer Vorstülpung von Hyaloplasma eben einen Oscillarien-Faden zerknickt hat und in den Plasmakörper hineinzieht. III Beginn der Fructification. Das Plasmod hat nach Einziehung der Pseudopodien eine zarte Hülle h abgeschieden, innerhalb deren es sich zu einem schlauchförmigen Körper mit Einschnürungen contrahirt hat. IV Durch weiter vorschreitende Einschnürung sind rundliche schwach eckige isolirte Körper gebildet, welche anfangen, sich zu Sporocysten auszubilden; bei b ist bereits eine solche fertig. V Reife Sporocyste, stärker vergrössert. Die Membran ist unregelmässig stumpfeckig. Der Inhalt zu 3 Sporen ausgebildet. (Zum Theil nach Cienkowski's Originalzeichnungen, z. Th. nach dessen Präparaten gezeichnet.)

Von Entwicklungszuständen beobachtete der Autor das vegetative Stadium und Dauersporen bildende Cysten.

Was zunächst den vegetativen Zustand betrifft, so bildet der Organismus relativ grosse (etwa $\frac{1}{2}$—1 Millim. lange) plasmodienartige Plasmakörper von meist wurmartiger Gestalt (Fig. 42, I). Doch kommen auch verzweigte, und, wenn die Zweige anastomosiren, netzartige Formen vor, welche an die Plasmodien höherer Mycetozoen erinnern. In den ersten Stadien ihres Lebens senden die Plasmodien zahlreiche Pseudopodien aus (I), welche nur dem peripherischen Hyaloplasma entstammen und dementsprechend körnchenfrei erscheinen. Durch ihre fingerförmige Gestalt (Verzweigung nur selten auftretend), ihre grosse Zahl und dichte Stellung machen sie das Bild des Wurmes noch vollständiger. Sie ziehen in den Plasmaleib hinein *Oscillaria*-Fäden, die mit Einschluss der Zellwände schnell und vollständig verdaut werden, und bisweilen auch Bacillarien. Das aus jener Nahrung extrahirte Phycochrom bleibt zunächst

[1]) Folgende Darstellung nach Notizen, die mir Herr Prof. Cienkowski gütigst übersandte.

Digitized by Google

wohl erhalten und tingirt die Plasmodien mit schönem Blaugrün. Die verdaute Nahrung speichert sich in Formen zahlreicher kleinerer und grösserer Körner in dichter Lagerung im Plasma auf. Später werden die Pseudopodien eingezogen, aber auch jetzt noch dauert die Nahrungsaufnahme, vermittelt durch das bewegungsfähige, in stumpfen breiten Fortsätsen hervorstülpbare Hyaloplasma fort (II).

Hat das Plasmod genügende Nährstoffe aufgespeichert, so tritt es unter Verfärbung in den fructificativen Zustand ein.

Eingeleitet wird derselbe, ähnlich wie bei *Pseudopora* durch Abscheidung einer zarten Haut von Seiten des Hyaloplasma (III h); darauf folgt eine Contraktion des Körnerplasmas. Sie ist eine totale, aber in der Richtung der Längsachse des Plasmodiums weniger, als im Querdurchmesser hervortretende. Hierauf treten auf einzelne Stellen lokalisirte Contractionen ein, welche zum Effekt die Bildung von Einschnürungen im Plasma haben (III). Allmählich werden die Contractionen stärker, die Einschnürungen dementsprechend tiefer und jetzt stellt der ganze Körper ein System von Schleimklümpchen dar, die nur noch durch schmale Isthmen verbunden erscheinen (III). Wenn sie sich, wie das häufig der Fall, gegeneinander verschieben, so bekommt der Plasmakörper etwas Eingeweide-(ἔντερον) artiges. Daher der Name *Enteromyxa*. Im nächsten Stadium ziehen sich endlich die Schleimkügelchen soweit zusammen, dass sie rundliche Form annehmen und sich dabei vollständig von einander trennen (IV).

Jedes dieser Klümpchen entwickelt sich in der Folge zu einer Sporen erzeugenden Sporocyste. Zunächst werden die Klümpchen vieleckig nnd scheiden eine derbe Membran aus. Sodann contrahirt sich ihr Plasma an 2 oder mehreren Punkten, um 2 bis mehrere, selten viele Dauersporen zu bilden. Dieselben besitzen meist ellipsoidische oder bohnenförmige Gestalt und glatte Membran (sie messen etwa 12—18 mikr. in der Länge, 6—8 mikr. in der Breite). Gewöhnlich sind die Sporocysten isodiametrisch (V), hin und wieder länger als breit, von der verschiedensten Gestalt, bisweilen auch ganz unregelmässig, oft violett gefärbt. (Gewöhnlich messen die etwa isodiametrischen Cysten 24 bis 32 mikr. im Diameter). Die Frage nach der Keimung der Sporen, ob sie Schwärmer oder Amoeben entwickeln, ist noch unbeantwortet, ebensowenig die Entstehung der Plasmodien aus den primären Zuständen studirt worden.

II. Monadineae zoosporeae Cienk.

Von Entwicklungsstadien finden wir hier 1. das Zoosporenstadium, das Hauptcharacteristicum der ganzen Gruppe, 2. das Amoebenstadium, 3. das Plasmodienstadium, 4. die Fructification in zoosporiparen Zoocysten oder in Schwärmer-Soris, 5. die Fructification in Sporocysten oder in nackten Sporen.

Familie 1. Pseudosporeen.

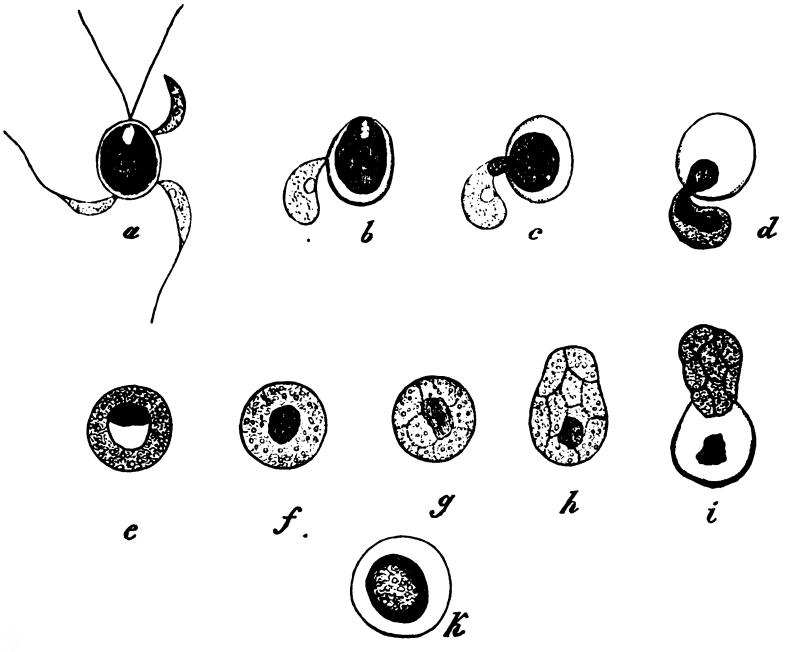
Von der folgenden Familie, den Gymnococcaceen, weichen die Pseudosporeen im Wesentlichen nur in dem Punkte ab, dass die Dauersporen in Cysten entstehen. Alle Pseudosporeen nähren sich vom Inhalt grüner Algen oder Diatomeen, in deren Zellen sie einkriechen. Bei der Fructification werden die Ingesta in der Regel nicht ausgestossen.

Gattung 1. *Colpodella* Cienkowski.

Der Entwicklungskreis umfasst 1. die Schwärmerform, 2. die Zoöcystenform und 3. die Dauersporencysten. Der Amoebenzustand scheint zu

Digitized by Google

fehlen. Eigenthümlich ist die Art, wie die Schwärmer entleert werden: die zarte Innenhaut der Zoocyste stülpt sich nämlich bruchsackartig durch die äussere hindurch und die Schwärmer wandern in sie hinein, um später dieselbe zu durchbohren. Die Dauersporen entstehen innerhalb einer Cyste.



(B. 489.) Fig. 43.

Colpodella pugnax (nach CIENK. u. der Natur). a Zelle von *Chlamydomonas pulvisculus*, mit 3 Schwärmern besetzt. b *Chlamydomonas*-Zelle mit einem zur Nahrungsaufnahme sich anschickenden Schwärmer. c Der grüne Inhalt der Alge beginnt in den Körper des Schwärmers einzutreten. d Derselbe ist zum grössten Theil übergetreten. e f Der Schwärmer hat sich zur kugeligen Zoocyste umgewandelt. Im Innern sieht man den nunmehr braunen Chlorophyllballen. g Differenzirung des Cysten-Inhalts in Schwärmer. h i Befreiung der Schwärmer. k Dauersporen bildende Cyste. (Alle Figuren nach CIENKOWSKI, stärker vergrössert.)

1. *Colpodella pugnax* CIENK.[1])

Die Zoospore besitzt nach CIENKOWSKI einen sichelartig gekrümmten, an beiden Enden zugespitzten Plasmakörper, eine terminale Wimper, in deren Nähe der deutliche Zellkern liegt und eine contractile Vacuole. Sie setzt sich mit ihrem cilienlosen Ende an Algenzellen *(Chlamydomonas pulvisculus)* an, dringt mit demselben durch die Cellulose-Membran der letzteren hindurch und nimmt den gesammten Chlorophyllinhalt der Alge in ihren hierbei dicker werdenden Körper auf. Dann verlässt sie die entleerte Zelle, um hinwegzuschwärmen. Ihre Form ist jetzt die einer *Colpoda* (Infusoriumart) mit gekrümmter Spitze, die sie beim Schwärmen voranträgt. Oft besorgen mehrere *Colpodella*-Schwärmer das Ausplünderungsgeschäft. Einige Zeit nach der Aufnahme der Nahrung, die zu einem rundlichen Körper zusammengeballt wird, kommt die Zoospore zur Ruhe und rundet sich zur Kugel ab, die sich mit derber Membran umgiebt, während der von einer Vacuole umschlossene Nahrungsballen rothbraune Färbung annimmt. Indem ihr Plasma sich in Schwärmer zerklüftet, wird die Kugel zur Zoocyste.

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden (MAX SCHULTZE's Archiv I).

Digitized by Google

Doch vollzieht sich der Austritt der Zoosporen auf einem andern Wege, als bei den *Pseudospora*-Arten. Die Cystenhaut platzt nämlich, und es stülpt sich bruchsackartig eine zarte Innenhaut hervor, in welche die Schwärmer einwandern. Nach Vergallertung derselben werden die Schwärmer in Freiheit gesetzt. Ausser den Zoocysten kennt man die Dauersporen erzeugenden Cysten. Sie bilden sich aus je einem Schwärmer, der Kugelform annimmt und sich mit Membran umgiebt. Innerhalb derselben erfolgt Contraction des Plasmas zu einer kugeligen oder ellipsoïdischen Dauerspore, neben der man den Nahrungsballen stets vermisst. Die Auskeimung derselben wurde noch nicht beobachtet.

Gattung 2. *Pseudospora* Cienk.

Im Gegensatz zu *Colpodella* ist hier das Amoebenstadium vorhanden, und zwar in *Actinophrys*-Form. Plasmodienbildung fehlend oder doch unbekannt. Die Bildung der Dauersporen erfolgt stets innerhalb einer einfachen Cystenhaut.

1. *Pseudospora aculeata* Zopf.[1])

Vorliegender Endophyt ruft eine epidemische Krankheit der Oedogonien hervor, die sich äusserlich in einem Verbleichen ihrer Fäden kund giebt, was oft so weit geht, dass die Watten ganz weiss erscheinen. Die Entwicklung geht aus von relativ sehr kleinen (nur etwa 3—4 mikr. messenden) mit einer Cilie und einem kleinen Kern versehenen, beim Schwärmen kugeligen Zoosporen (Fig. 44, IIIs). Sie dringen in frische Oedogonienzellen ein, die Membran durchbohrend und an der Eindringstelle auftreibend und entwickeln sich hier zur Amoebenform, die durch Aufnahme von Chlorophyll und Plasma, Stärke etc. relativ beträchtliche Grösse erlangt (Fig. 44, I). Beim Uebergang derselben in den Zoocysten-Zustand rundet sich der Plasmakörper durch Einziehung der Pseudopodien ab, umgiebt sich mit zarter Membran und bildet durch Abscheidung wässriger Flüssigkeit im Centrum eine grosse Vacuole, in die hinein auch die unverdaulichen Ingestareste, wie gebräuntes Chloro-

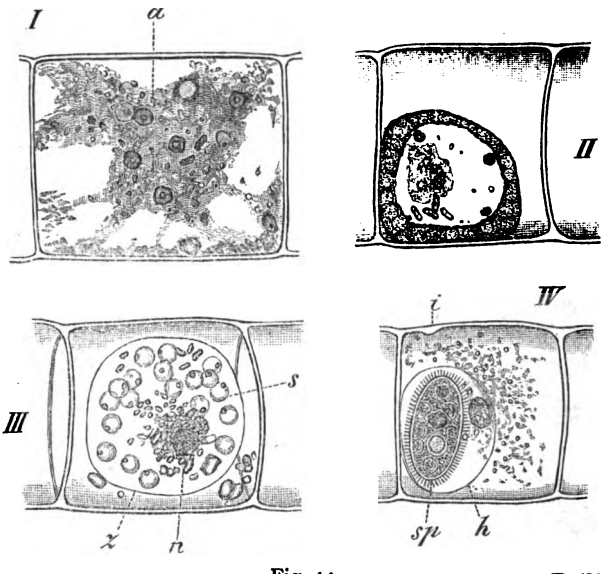


Fig. 44. (B. 490.)

Pseudospora aculeata Zopf. I Zelle eines Oedogonium, mit dem Amoebenzustande des Parasiten. II eine ebensolche Zelle mit dem Zoocysten-Zustand. Das wandständige in der Zerklüftung zu Schwärmern begriffene Plasma umschliesst eine grosse Vacuole mit Nahrungsresten. III eine reife Zoocyste z mit bereits isolirten kugeligen Schwärmern s, n Nahrungsreste aus Chlorophyll und Stärke bestehend. IV Oedogoniumzelle mit einer Sporocyste. Innerhalb deren Membran liegt eine ellipsoidische mit stachliger Sculptur versehene Spore sp. Alle Fig. 540fach vergr.

[1]) Die nähere Begründung der hier gemachten Angaben wird demnächst an anderer Stelle erfolgen.

Digitized by Google

phyll und Stärke, aus dem Plasma ausgeschieden werden (Fig. 44, II). Das wandständige Plasma bildet sich nun in Schwärmer um (III, s), deren Zahl meist nicht über 30 beträgt. Sie durchbohren bei der Reife die Cystenhaut an den verschiedensten Punkten.

Liegen die Cysten frei im Oedogonien-Lumen, so nehmen sie etwa Kugelform an; meist aber pflegen sie sich den Quer- und Seitenwandungen anzuschmiegen, und werden dadurch mehr oder minder abgeplattet, unregelmässig (Fig. 44, II). Sehr grosse füllen oft den Raum der Wirthszelle fast ganz aus.

Die Dauersporen-bildenden Cysten (Fig. 44, IV) entstehen auf dem nämlichen Wege wie die Zoocysten. Nur zieht sich das Plasma innerhalb der Cyste (IV h) seitlich zur ellipsoidischen Spore sp zusammen, die Ingesta-Reste nach der anderen Seite schiebend. Die Sporen sind gestreckt-ellipsoidisch, 2—3 mal so lang als breit (etwa 22—26 mikr. in der Länge, 12—13 mikr. in der Breite messend) mit eigenthümlicher Sculptur (feinen Stacheln) versehen und sich schwach bräunend. In ganz reifen Sporen erscheint das Reserveplasma in Form von polar gelagerten, stark lichtbrechenden Massen, im Centrum sind 1—2 Kerne nachweisbar. Keimung noch unbekannt. Der Parasit wurde bisher nur bei Halle (in stehenden Gewässern der Porphyrbrüche) aufgefunden in einem weitlumigen und kurzzelligen Oedogonium. Die Wirthszellen enthalten fast immer nur je 1 Individuum, höchstens 2.

2. *Pseudospora parasitica* Cienk.

Sie darf als eine der allergemeinsten Monadinen bezeichnet werden. Wie es scheint ausschliesslich an Zygnemeen gebunden, liebt sie insbesondere [illegible] *gyra*-Arten, deren Zellen sie oft in Menge abtödtet. Gewisse Entwicklungsstadien dieses Mycetozoums hielt Pringsheim[1]) für integrirende Glieder der Spirogyren-Entwicklung, bis Cienkowski[2]) einige Zeit darauf in exacter Weise nachwies, dass diese Anschauung auf einem Irrthum beruhe, insofern hier ein der Spirogyren-Entwicklung gänzlich fremder Organismus vorliege, der parasitische Lebensweise führe. Es geschah dies an der Hand einer genauen Entwicklungsgeschichte, die ich auf Grund eingehender eigener Untersuchungen für im Wesentlichen richtig halte.

Sie stellt sich folgendermaassen dar: die kugeligen oder ellipsoidischen, bei lebhaftem Schwärmen aber gestreckten, mit 1—2 langen Cilien und einer contractilen Vacuole versehenen (etwa 6—9 mikr. langen) Zoosporen[3]) dringen ins Innere der Spirogyrenzellen ein, die Membran derselben durchbohrend. Sie gehen darauf in den Amoebenzustand über, in den ersten Stadien noch die Cilie aufweisend (Fig. 1, C). Indem sie Plasma, Stärke und insbesondere Chlorophyll aufzehren, wachsen sie nach und nach zu relativ grossen, actinophrysartigen Amoeben heran (Fig. 45, A a b c). Die Stärke wird nicht verdaut (wenigstens bleibt die Form derselben wohl erhalten), wohl aber das Chlorophyll, das zu kleinen braunen Klümpchen verarbeitet wird (Fig. 9, I), die später in einem grösseren Ballen zusammengelagert erscheinen (Fig. 9, II n). Bevor

[1]) Algologische Mittheilungen. Flora 1852.

[2]) Ueber die Pseudogonidien, in Pringsheim's Jahrbücher, Bd. I (1858), pag. 371 Taf. 14, B, fig. I—VII. — Vergleiche auch: Cienkowski, Ueber meinen Beweis der Generatio primaria in Melang. biolog. Tom. III, 1858, pag. 8 und Beiträge zur Kenntniss der Monaden in Max Schultze's Archiv I, pag. 203.

[3]) Von Pringsheim als zu *Spirogyra* gehörige »Pseudogonidien« bezeichnet.

Digitized by Google

Verdauungsprozess soweit vorgeschritten, ziehen die Amoeben ihre Pseudopodien ein, runden ihren Plasmakörper völlig ab zur Kugel oder (seltener) zum Ellipsoid, und umgeben sich mit zarter Membran (Fig. 9, I, II). Diese behäuteten Körper gehen nun in den Zoocystenzustand über, indem sich das Plasma von dem Nahrungsballen trennt (diesen meist zur Seite schiebend) und einen dicken Wandbelag bildend, der sich unmittelbar darauf in Schwärmer zerklüftet (Fig. 9, III). Die Zahl der letzteren schwankt je nach der sehr variirenden Grösse der Zoocysten. In grösseren Exemplaren derselben werden 30—50, in kleinen, nur wenige, bis 3 herunter, angelegt.

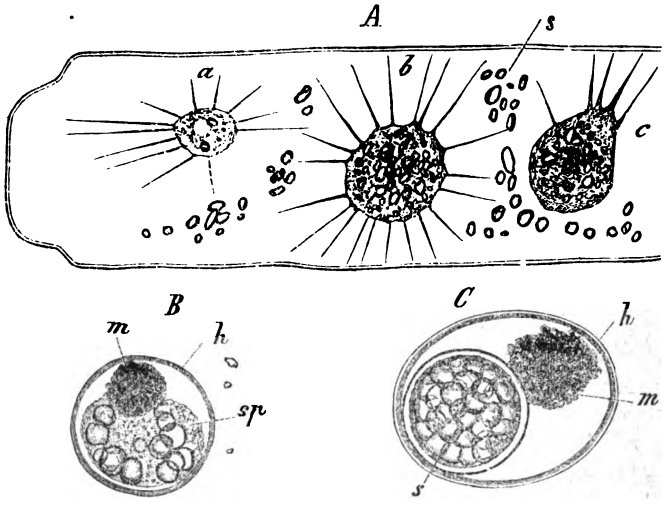


Fig. 45. (B. 491.)

Pseudospora parasitica CIENK. A Stück einer *Spirogyra*-Zelle mit 3 auf verschiedenen Entwicklungs-Stadien stehenden Amoeben; a noch jung mit wenigen Ingesten. b erwachsen, reich an Chlorophyll und Stärke, reiche Pseudopodienbildung. c noch älter mit eben dem Inhalt, bereits im Begriff ihren Plasmakörper durch Einziehung der Pseudopodien abzurunden. Die grossen Körner zwischen den 3 Amoeben sind Stärkekörner (s), welche die Parasiten nicht aufgezehrt haben. B kuglige Sporocyste, noch jung, denn ihr Plasma beginnt sich eben erst unter Ausstossung des aus verdautem Chlorophyll bestehenden braunen Nahrungsrestes m zur Sporenbildung zu contrahiren. Die stark lichtbrechenden Körner sind Reserveplasma. C Reife ellipsoidische Sporocyste, h Haut, m Nahrungsballen (gebräuntes Chlorophyll), s Dauerspore mit glänzenden fettartigen Reservestoffen. (Alle Figuren nach der Natur 900fach vergr.)

Jede einzelne Cystenhaut durchbohrt sich gewöhnlich an einer anderen Stelle durch die (Fig. 9, IV), gelangt in den Spirogyrenraum und nach Durchbohrung der Spirogyrenwand ins umgebende Wasser, um nach längerem oder kürzerem Umherschwärmen wieder in eine *Spirogyra* einzudringen und daselbst wiederum die Entwicklung bis zur Zoocyste durchzumachen.

In frischen Algenkulturen setzt sich dieser Prozess eine Zeit lang fort, sodass mehrere bis viele Generationen von Zoocysten erzeugt werden. Schliesslich aber, wenn die Zahl der abgetödteten oder entleerten Spirogyrenzellen eine immer grössere wird und dieselben in Folge von Spaltpilz-Vegetation in Fäulniss gerathen, stellt sich die andere Form der Fructification, die Sporocystenbildung, ein (Fig. 45, B C):

Die Amoebe rundet sich zur Kugel oder zum Ellipsoid ab und erhält (im Gegensatz zur Zoocyste) eine relativ dicke, deutlich doppelt contourirte farblose Membran. Innerhalb dieser zieht sich das Plasma unter Ausscheidung und Beiseitedrängung der aus braunem Chlorophyll oder Stärke bestehenden Nahrungsreste zu einer rundlichen, später exact kugeligen (seltener ellipsoidischen) Spore zusammen (Fig. 45, B sp), die eine dicke, glatte, hyaline Membran erhält und im Innern reichlich glänzende Körner von Reserveplasma zeigt (Fig. 45, C s). Durch

Digitized by Google

dieselben wird der anfangs auch ohne Färbungsmittel deutliche Kern gänzlich verdeckt. Die Grösse der ganzen Sporocyste ist sehr schwankend. Auch die Grösse der Spore wechselt innerhalb weiterer Grenzen.

3. *Pseudospora Bacillariacearum* Zopf.

Diesem Parasiten gehören jene mit gelbem oder braunem Ingestaballen versehenen Kugelcysten zu, welche man nicht selten im Innern der Bacillarien findet. Sie kommen fast ausschliesslich in grösseren und weitlumigeren Arten, wie Synedren, Cocconemeen, Stauroneis Phoenicentron, Naviculen, Pinnularien etc. vor und üben auf diese Wirthe die nämlichen zerstörenden Wirkungen aus, wie andere Pseudosporeen. Diese Wirkungen sind erstens: Contraction und Verfärbung der Endochromplatten, von denen nur geringe braune Reste übrig bleiben, welche man schliesslich zu einer kleinen dunkelbraunen Masse im Innern der Cysten zusammengeballt findet; zweitens: Aufzehrung des Plasmas, des Zellkernes und der Fettmassen.

Von Entwicklungsgliedern fand ich die Schwärmerform, die Amoebenform und die schwärmerbildenden Zoocysten. Letztere, von Kugelgestalt (in schmäleren Bacillarien bisweilen von Ellipsoïd- oder Eiform), haben die wechselnde Grösse derer von *Pseudospora parasitica* (die grössten, die ich fand, massen 20 mikr.) und produciren je nach ihren Dimensionen 3—12, selten mehr Schwärmer, welche in Grösse, Form, Cilienzahl, denen der genannten Art gleichen und an verschiedenen Stellen der Zoocystenhaut ausschlüpfen. Die Zahl der Zoocysten schwankt, meist je nach der Grösse der Wirthsbacillarie, zwischen 1 und 15. Dauersporenfructification bisher unbekannt.

In Gräben bei Berlin beobachtet, wahrscheinlich überall zu finden, aber bisher übersehen.[1])

4. *Pseudospora maligna* Zopf.

Sie zerstört die Protonemata wasser- und landbewohnender Moose z. B. der *Hypna*. Von Entwicklungsformen wurden bisher nur die Zoocysten beobachtet, welche kleine kugelige, nur wenige (wohl nur selten über 12) Schwärmer producirende Behälter darstellen und zu mehreren bis vielen in den Protonemen-Zellen gefunden werden. Die Schwärmer sind lebhaft amoeboïd, im Stadium lebhaften Schwärmens gestreckt, spindelförmig, etwa 7 mikr. messend und mit einer Cilie versehen. Schon in diesem Stadium erfolgt die Nahrungsaufnahme. Später geht der Schwärmer in den Amoebenzustand über, der den gewöhnlichen Charakter der *Pseudospora*-Amoeben trägt, die Inhaltstheile der Protonemata-Zellen, besonders Chlorophyllkörner, reichlich aufnimmt und letztere zu einem kleinen Ballen verarbeitet. Aus diesen Amoeben gehen dann nach bekanntem Modus wieder Zoocysten hervor. Die Dauersporenbildung bleibt noch zu ermitteln.[2])

Gattung 3. Protomonas.

Von den vorhergehenden Genera im wesentlichen nur durch die Bildung von Fusionsplasmodien unterschieden.

---

[1]) Wahrscheinlich hat auch schon Focke *Pseudospora Bacillariacearum* vor sich gehabt (Physiologische Studien. Heft II, pag. 43. Tab. VI, Fig. 24—30). Er hielt sie für Fortpflanzungszellen der Bacillarien. Mit Pfitzers *Cymbanche Fockei*, einer *Saprolegniacee*, hat meine *Pseudospora* selbstverständlich nichts zu thun. Man hüte sich übrigens *Ps. Bacillariacearum* zu verwechseln mit *Gymnococcus Fockei* Zopf, einem gleichfalls in Bacillarien lebenden Mycetozoum.

[2]) Abbildungen und nähere Beschreibung werden an anderer Stelle folgen.

Digitized by Google

1. *Protomonas amyli* CIENK.

Sie hat ihre Heimath in stagnirenden Süssgewässern (Teichen, Sümpfen, Seen) und muss daselbst eine häufige Erscheinung sein. Auf indirektem Wege ist diese Behauptung leicht durch folgendes Experiment zu begründen: Lässt man beliebige, von genannten Localitäten stammende Algen (Cladophoren, Vaucherien, Spirogyren, Oedogonien, Charen, Nitellen etc.) einige Zeit unter Wasser faulen, und fügt man dann dem Infus stärkereiche Pflanzentheile, wie frische Kartoffelknollen, Bohnen, Getreidekörner etc. zu, so findet man nach 1—2 Wochen den Organismus in den Zellen dieser Substrate vor, wo er die Amylumkörner aufzuzehren beginnt. Stärke scheint seine Haupt- und Lieblingsnahrung zu sein, denn auch freie Amylumkörner werden, in jene Infusionen gebracht, schnell befallen.[1]) Aus dem Gesagten folgt zugleich, dass die *Protomonas* sowohl als Parasit, wie auch als Saprophyt existiren kann.

Der Entwicklungsgang ist durch die werthvollen Untersuchungen CIENKOWSKI's[2]) — bis auf die Keimung der Dauersporen — klar dargelegt[3]).

Um die Zoospore als Ausgangspunkt zu nehnen, so ist dieselbe mit 2 polaren Cilien versehen, die so inserirt sind, dass entweder je eine an beiden Polen liegt oder beide zusammen stehen. Im Stadium lebhaftester Schwärmbewegung erscheint der Plasmakörper stark gestreckt, spindelig oder wurmförmig, sonst von sehr wechselnder, oft unregelmässiger Form.

Schon im Schwärmerzustand nimmt die *Protomonas* Nahrung auf und zwar sucht sie sich die kleinsten Stärkekörnchen aus, da für die Bewältigung grösserer Körner ihr Plasmakörper noch zu geringe Dimensionen besitzt (Fig. 46, II). Ist der Schwärmer auf das Doppelte oder Mehrfache der ursprünglichen Grösse gediehen, so geht er in das Amoeben-Stadium über, in welchem er befähigt ist, grössere Körner, oder kleinere in grösserer Anzahl aufzunehmen (Fig. 46, III IV). Gelegentlich werden diese Ingesta wieder ausgestossen, das Plasma erscheint dann ganz durchsichtig und lässt den Kern, sowie ein bis mehrere Vacuolen, die früher durch die Stärke meist verdeckt waren, nunmehr deutlich erkennen. Jüngere ingestenfreie Amoeben senden gewöhnlich lange dünne Pseudopodien aus (Actinophrysform); bei älteren mit Nahrung beladenen ist die Pseudopodienbildung nicht mehr besonders prägnant. Es werden nur hin und wieder von der Oberfläche relativ kurze Pseudopodien entsandt; schliesslich sinken sie zu bloss welligen Erhabenheiten herab und endlich tritt vollständige Abrundung und Hautbildung ein (Fig. 46, I a V). Das früher vacuolige Plasma sammelt sich in dickkörniger peripherischer Schicht an (V) und zerklüftet sich in Schwärmer (VI). So geht also aus einem Schwärmer eine

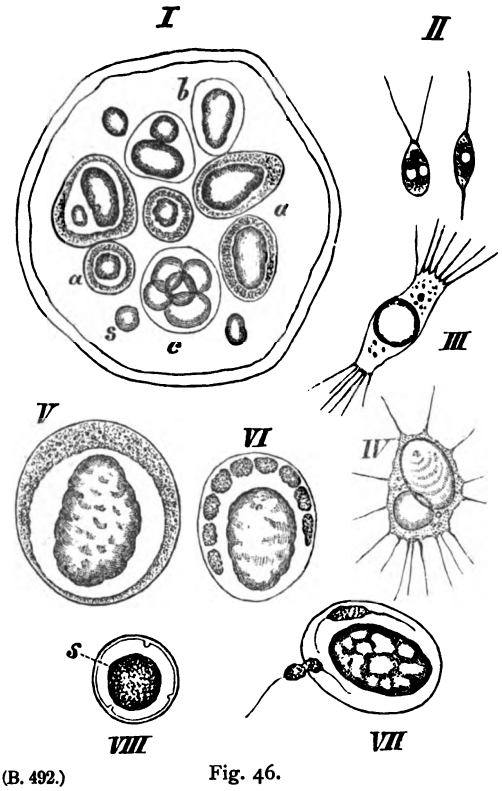
[1]) Betreffs der Züchtung sei bemerkt, dass es rathsam ist, die stärkehaltigen Substrate in geringer Menge in die Cultur einzuführen, da anders die Entwicklung der Protomonas infolge zu reicher Spaltpilzbildung leicht behindert oder selbst unterdrückt wird; Schalenstücke frischer Kartoffeln liefern das beste Substrat.

[2]) Zur Genesis eines einzelligen Organismus. Bulletin physico-mathématique de l'Academie de St. Petersbourg. Tome XIV. 1856. — Ueber meinen Beweis für die Generatio primaria, ebend. Tom. XVII, 1859. und Melanges biologiques Tom. II. — Beiträge zur Kenntniss der Monaden. MAX SCHULTZE's Archiv I, pag. 203. — Das Plasmodium; PRINGSHEIM's Jahrbücher III, pag. 430. — Vergl. auch REGEL, Bot. Zeitung 1856, No. 38 und 39, und MERKLIN, Bull. de la Soc. imp. de nat. de Moscou 1856, pag. 304 und 305. — HAECKEL, Biologische Studien I, pag. 71. — KLEIN, Vampyrella, ihre Entwicklung und systematische Stellung. Botan. Centralbl. Bd. XI.

[3]) Ich habe die Beobachtungen grösstentheils nachgeprüft und kann sie bestätigen.

Digitized by Google

Zoocyste hervor. Ausserordentlich wechselnd ist sowohl Grösse als Form der Zoocysten: neben kugeligen ellipsoïdischen und birnartigen Formen (I a b) findet man tief eingeschnürte, keulige, glaskolbenförmige, verlängert schlauchförmige und oft ganz unregelmässige Formen, wenn auch diese alle nicht immer in derselben Cultur auftreten.



(B. 492.) Fig. 46.

Protomonas amyli CIENK. etwa 600fach. I eine vom Parasiten befallene Zelle aus einer Kartoffelknolle. Die Membran der Zelle ist stark gequollen. In ihrem Innern sieht man 8 Zoocysten von verschiedener Grösse und verschiedener Form, welche 1 bis mehrere Stärkekörner umschliessen. Die mit b und c bezeichneten Zoocysten haben ihre Schwärmer bereits entlassen, die mit a bezeichneten weisen einen noch nicht in Schwärmer zerklüfteten plasmatischen Wandbelag auf. s isolirte Stärkekörnchen. II zweicilige Schwärmer, der eine mit 1, der andere mit 2 sehr kleinen Stärkekörnchen. III Amoebenzustand mit einem grösseren Stärkekorn. Das dunkle rundliche Körperchen ist der Kern. IV Amoebe mit 2 Stärkekörnern. V Zoocyste mit wandständigem, noch nicht in Zoosporen zerklüftetem Plasma. VI Zoocyste, deren Plasma bereits in Schwärmer getheilt ist (wie vorige Fig. im opt. Durchschn.). VII theilweis bereits entleerte Zoocyste mit 2 Schwärmern, von denen der eine eben im Ausschlüpfen begriffen ist. VIII kugelige Sporocyste mit kugeliger Spore, die Sporocystenhaut mit wärzchenartigen Vorsprüngen. (Nach der Natur.)

Es giebt aber noch eine andere Entstehungsweise des Sporangiums. Wie CIENKOWSKI nachwies, können sich nämlich an ein grösseres Stärkekorn mehrere Schwärmer ansetzen und, nachdem sie ihre Cilie eingezogen, mithin ins Amoebenstadium eingetreten sind, an der Oberfläche des Kornes verschmelzen zu einer geschlossenen Plasmaschicht, einem Plasmodium, wie CIENKOWSKI es mit Recht nennt. Dasselbe stellt anfangs eine nur zarte Hülle um das Stärkekorn dar, die aber in dem Maasse, als sie sich von den Bestandtheilen des Stärkekorns nährt, allmählich an Dicke gewinnt (dabei bildet sie sich oft einseitig aus). Was dieses Plasmodium besonders charakterisirt, das ist der Mangel jeder Pseudopodienbildung und damit der activen Bewegung. Später umgiebt sich das Plasmodium mit Membran und zerklüftet sich in mehr oder minder zahlreiche Schwärmer, die in der bekannten Weise das Weite suchen, nämlich an verschiedenen Stellen der Membran Löcher bohren und sich durch dieselben hindurchzwängen. Unter gewissen, nicht näher ermittelten Bedingungen tritt der interessante Fall ein, dass das Plasma der Sporocyste bevor die Schwärmerbildung eintritt, in Form einer einzigen grossen Amoebe (oder eines Plasmodiums) auskriecht. Es zeigt ausgesprochene Pseudopodienbildung, infolge dessen stark amoeboïde Bewegungen, mitunter selbst die Tendenz lange feine Fäden zu bilden, welche hie und da in ihrem Verlauf spindelförmige oder unregelmässige Ansammlungen des Plasma zeigen. Alle diese Momente erinnern lebhaft an die Plasmodienbildung der höheren Mycetozoen.

Digitized by Google

Endlich hat CIENKOWSKI auch noch die Dauersporen bildenden Cysten gefunden, die ich gleichfalls fast in jeder meiner Culturen erhielt. Ihr Entwicklungsgang entspricht zunächst genau dem der Zoocysten, nur dass schliesslich das sonst zur Zoosporenbildung zu verwendende Plasma sich zu einem kugeligen oder länglichen mit dicker Membran sich umgebenden Körper contrahirt, in welchem Reserveplasma in Form dicht gelagerter Körner aufgespeichert liegt. Auch die Cystenwand verdickt sich, erhält warzenartig nach innen ragende, meist höckerige Vorsprünge (Fig. 46, VIII u. Fig. 11, II) und bräunt sich schliesslich. Zwischen Dauerspore und Cystenmembran liegen bisweilen ausgestossene Stärkereste. Wie die Sporen sich bei der Keimung verhalten bleibt noch zu ermitteln.

Dass die *Protomonas amyli* wirklich von der aufgenommenen Stärke zehrt, lässt sich dadurch nachweisen, dass an den Stärkekörnern meist allseitige starke Corrosion auftritt, die schliesslich bis zum Schwinden des Kornes führen kann; doch werden in den meisten Fällen nur die peripherischen Schichten des Kornes gelöst, offenbar in Folge der Abscheidung eines Ferments.

2. *Protomonas Spirogyrae* BORZI[1]).

Ist nach seinem ganzen Entwicklungsgange, sowie nach dem Charakter der einzelnen Zustände und endlich auch nach seinem biologischen Verhalten eine typische Pseudosporee, die sich am nächsten an *Protomonas amyli* anschliesst.

Sie lebt wie *Pseudospora parasitica* CIENK. vom Inhalte gewisser Zygnemeen (z. B. *Spirogyra crassa* und *Zygnema cruciatum*). Die kleinen einciligen birnförmigen Schwärmer (Fig. 47, A) gehen in die Form von Amoeben (B) über, welche sich von denen der *Protomonas amyli* dadurch unterscheiden, dass sie nach BORZI nur schwache Entwicklung meist stumpfer Pseudopodien, also nicht Actinophrysform zeigen. Durch Verschmelzung von zwei oder mehreren Amoeben (Fig. 47, CD) werden kleine, durch den Mangel der Pseudopodien ausgezeichnete Plasmodien gebildet (E). Doch können auch die Amoeben ohne Verschmelzung, durch blosse Nahrungsaufnahme zur Grösse der Plasmodien gelangen. Amoeben wie Plasmodien nähren sich von Chlorophyll und Stärke der Wirthspflanzen und verwandeln die Chlorophyllmasse in bräunliche Ballen, die entweder ausgestossen werden zur Zeit der Fructification, oder im Plasmakörper eingebettet bleiben (Gn). Nachdem das Plasma sich abgerundet und mit zarter Membran umgeben hat, zieht es sich nach einer Seite zusammen, den Nahrungsballen nach der andern Seite drängend. Dann zerklüftet sich das Plasma in 2 bis 20 Schwärmer-

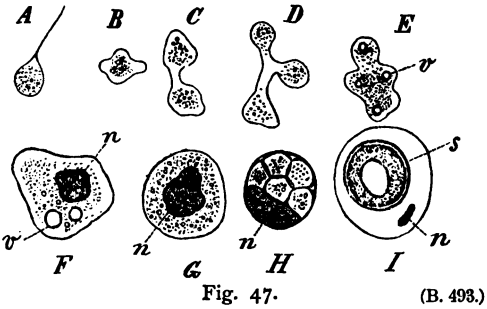


Fig. 47. (B. 498.)

Protomonas (Protochytrium) Spirogyrae BORZI. A Schwärmer-, B Amoeben-Zustand, C zwei Amoeben in Fusion begriffen, D drei Amoeben fusionirend. E Ein aus 4 Amoeben entstandenes Plasmod; jede der 4 Vacuolen (v) einer ursprünglichen Amoebe entsprechend. F Plasmod oder grössere Amoebe mit seinem aus gebräuntem Chlorophyll bestehenden Nahrungsballen n, und 2 Vacuolen. G Junge Zoocyste mit dem centralen Nahrungsballen (n), letzterer noch grün, Plasma noch nicht in Schwärmer zerfallen. H Eine etwas weiter entwickelte Zoocyste, der Nahrungsballen n zur Seite gedrängt, das Plasma in wenige Schwärmer umgebildet. I Sporocyste. s Dauerspore mit einem centralen Tropfen von Reserveplasma. n Nahrungsrückstand. (Alle Fig. nach BORZI, 350fach.)

[1]) *Protochytrium Spirogyrae.* (Nuov. Giorn. bot. italiano Vol. XVI, 1884, No. 1, pag. 5.)

Digitized by Google

So entsteht die Schwärmer-bildende Zoocyste (H), deren Zoosporen nach Borzi durch Vergallertung der Cystenhaut frei werden.

Borzi fand auch die Sporocystenform auf (Fig. 47, I). Sie stimmt mit der von *Pseudospora parasitica* und *Protomonas amyli* überein, insofern innerhalb der einfachen etwa 30—40 mikr. weiten Cystenhaut das Plasma sich zur kugeligen oder ellipsoidischen glatten 15—25 mikr. dicken Spore (Is) contrahirt; letztere zeigt im Innern einen grösseren ellipsoidischen Körper (Reserveplasma). Der Sporocystenhaut fehlen im Gegensatz zu *Protomonas amyli* localisirte Verdickungen. Die von Borzi beobachtete Keimungsart der Dauersporen wurde bereits auf Seite 57 besprochen und abgebildet. Das Eindringen der Zoosporen in die Wirthspflanzen erfolgt in der Weise, dass sie sich nach Verlust der Cilien an die Membran der Wirthszelle anschmiegen, sie an einer eng umschriebenen Stelle auflösen und durch die so entstandene Oeffnung ins Innere einschlüpfen.

3. *Protomonas Huxleyi* Haeckel.

Wurde von Haeckel[1]) an pelagischen Diatomeen (Rhizosolenien) der Nordsee bei Bergen aufgefunden. Ihre Biologie ist noch unerforscht. Auch die morphologischen Verhältnisse bedürfen noch genauerer Untersuchung. Nach Haeckel's (z. Th. wohl noch zu prüfenden) Angaben bildet *Pr. Huxleyi* kugelige (etwa 0,03 Millim. im Diam. haltende) Zoocysten. Ihr aus feinkörnigem farblosen Plasma bestehender Inhalt zerfällt in eine grosse Anzahl kleiner (etwa 0,008 Millim. messender) Portionen, die zu einciligen birnförmigen Schwärmern werden. Auf welche Weise letztere aus der ziemlich derben Cystenhaut entleert werden, ist noch unbekannt. Im Wassertropfen des Objectträgers cultivirt gingen sie in den amoeboiden Zustand über, in welchem sie sich wahrscheinlich theilen und schliesslich actinophrysartige Gestalt annehmen. Ueber etwaige Plasmodienbildung fehlen noch Untersuchungen, ebenso über die Dauersporenbildung.

Gattung 4. *Diplophysalis* Zopf.

Das durchgreifendste Merkmal gegenüber den voraufgehenden Genera liegt in der Beschaffenheit der Sporocysten, insofern dieselben ausgestattet sind mit einer doppelten Cystenhaut: einer äusseren, primären, glatten und einer inneren secundären, mit oder ohne Skulptur versehenen. Plasmodienbildung fehlend oder doch unbekannt.

1. *D. stagnalis* Zopf.

Sie befällt, wie es scheint ausschliesslich, die vegetativen Organe der Armleuchtergewächse (Characeen). Besonders häufig beobachtete ich sie in den Schläuchen von *Nitella mucronata*, *N. flexilis* und *Chara fragilis*, wo sie das ganze Jahr hindurch, auch im Winter unter der Eisdecke haust und oft in jeder Zelle in einer Unzahl von Individuen angetroffen wird. Schon äusserlich macht sich die Krankheit bemerkbar durch eine Entfärbung der befallenen Theile oder ganzer Rasen resp. durch eine Verfärbung ins matt Orangegelbe. Unter dem Mikroskop gewahrt man in den Schläuchen zahlreiche kleine Körperchen, von mehr oder minder intensiv orangener, rothbrauner oder sepiabrauner Färbung. Sie stellen die Zoocysten dar und besitzen meist sphärische, bisweilen ellipsoidische oder eiförmige Gestalt. Im unreifen Zustande ist ihr von hyaliner Membran umhüllter Plasmakörper durchsetzt mit feineren oder gröberen orange- bis sepiafarbenen Partikelchen oder Klümpchen und (im Herbst und Winter, wo

[1]) Biologische Studien. Heft I, pag. 169. Taf. VI, Fig. 5—8.

Digitized by Google

die Wirthspflanzen Reservestärke aufgespeichert) auch mit Stärkekörnchen, oder von diesen allein. Sehr bald zieht sich nun das Plasma nach einer Seite hin zu einem meist meniskenförmigen Wandbelag zusammen und schiebt damit jene Nahrungsreste nach der anderen Seite; sodann zerklüftet es sich in eine Anzahl von Schwärmern, die je nach der Grösse der Cysten schwankt, im Minimum etwa 3, im Maximum 50, im Durchschnitt etwa 30 beträgt. Sie durchbohren an den verschiedensten Stellen die Zoocystenmembran und schwärmen nun in den Wirthszellen umher. Wenn Dutzende von Zoocysten sich gleichzeitig entleeren, so wimmelt es in den Zellen von Schwärmern. Letztere sind mit 1—2 Cilien versehen, lebhaft amoeboid, beim Schwärmen gestreckt spindelförmige Gestalt annehmend. Unter gewissen Bedingungen gehen sie lebhafte Zweitheilung ein. Sie können die Wirthszelle verlassen und in andere Nährzellen eindringen.

Die Amoeben, zu denen sich die Schwärmer in der Folge umwandeln, treiben lange feine Pseudopodien, welche die Stärkekörner und Chlorophyllkörner umspinnen, sie in Orange verfärben und in ihren Plasmakörper hineinziehen, wo sie zu später rothbraun oder chocoladenfarbigen Ballen oder Körnchen verarbeitet werden. Haben die Amoeben genügende Nahrung aufgenommen, so gehen sie wiederum in den Zustand der Zoocysten über.

Schliesslich erfolgt Sporocysten-Bildung (Fig. 11, V). Innerhalb der Cystenhaut (pr) contrahirt sich das Plasma unter Ausscheidung der Nahrungsrückstände (Stärkekörner, Chlorophyll) zu einem mehr oder minder regelmässig-morgensternförmig configurirten Körper, welcher eine entsprechend geformte Membran abscheidet, die secundäre Cystenhaut (Fig. 11, V s). Innerhalb dieser tritt eine nochmalige Contraction auf, welche zur Bildung der ellipsoidischen oder kugeligen Spore (sp) führt. Die glatte derbe Membran derselben, welche, wie die secundäre Cystenhaut, meist bräunliche Tinction erhält, umschliesst einen reich mit Reserveplasma durchsetzten Inhalt. Das Reservematerial, zunächst in mehreren stark lichtbrechenden Tropfen vorhanden, fliesst schliesslich zu einem grossen Körper zusammen, der den Kern stets verdeckt. (Bezüglich der Keimungsart sei auf die folgende Species verwiesen.)[1])

2. *Diplophysalis Nitellarum* Cienk.

Wurde von mir in *Nitella flexilis* und *mucronata*, sowie in mehreren *Chara*-Arten beobachtet, oft in Gemeinschaft von voriger Art, mit der sie nicht verwechselt werden darf. Entwicklungsgeschichtlich und biologisch stimmt sie mit *D. stagnalis* im Ganzen völlig überein, und unterscheidet sich nur durch die Beschaffenheit ihrer Sporocysten (Fig. 24, II—VII). Deren secundäre Haut besitzt nämlich nicht die morgensternförmige Configuration der vorigen Species, sondern erscheint glatt oder nur schwach und stumpf eckig und von der Seite her zusammengedrückt (Fig. 24, II) (von oben kugelig), was mit dem Drucke zusammenhängt, den der Nahrungsballen (n) ausübt. Zur Winterszeit enthält derselbe vorwiegend Stärkemassen, im Sommer braungefärbte Chlorophyllreste mit Stärke gemischt. Die Haut der kugeligen Dauerspore ist glatt und farblos. Im Innern gewahrt man eine grosse centrale Masse von Reserveplasma, und ausserdem meist einen peripherischen Belag bildende Körner derselben Substanz. Die Keimungsart der Dauerspore wurde im morphologischen Theile (pag. 54) geschildert.

[1]) Eine nähere Charakteristik dieser Species folgt in meiner Schrift: Zur Kenntniss der niederen Pilzthiere.

Digitized by Google

3. *D. Volvocis* Cienk.[1]).

Parasitirt in *Volvox globator*. Die kugeligen oder eiförmigen etwa 20 mikr· langen mit deutlichem Nucleus und monopolaren Cilien versehenen Zoosporen gehen allmählich in den Amoebenzustand über, die Cilien zunächst noch beibehaltend. Die Amoebe hat spitze, nicht zahlreiche Fortsätze, einen deutlichen grossen Nucleus und contractile Vacuolen. Sie bohrt sich in die *Volvox*-Colonie ein und verschlingt deren einzelne Zellen oder ganze junge Colonien. Hat sich der Parasit einmal eingestellt, so richtet er in wenigen Tagen die zahlreichen *Volvox*-Pflanzen der Cultur zu Grunde. Von fructificativen Zuständen hat Cienkowski nur die Sporocysten nachgewiesen; ihre äussere Haut ist zart, ihre innere derb, doppelt contourirt, kugelig, sculpturlos, ca. 26 mikr. messend. Zwischen ihr und der ca. 5 mikr. messenden rundlichen Spore liegen die Nahrungsreste.[2])

Fam. 2. Gymnococcaceen Zopf.

Von den Pseudosporeen sind sie in der Hauptsache dadurch wesentlich verschieden, dass ihre Dauersporen frei, also nicht innerhalb einer Cystenhaut entstehen; von den Plasmodiophoreen dadurch, dass diese Sporenfructification nicht in Form von Soris erfolgt. Bei der Fructification werden die Nahrungsrückstände stets ausgestossen.

Gattung I. *Gymnococcus* Z.

Unterscheidet sich von der folgenden Gattung *(Aphelidium)* dadurch, dass die Zoosporen innerhalb einer Zoocyste, und nicht als freie Sori entstehen. Parasiten in grünen Algen und Diatomeen.

1. *G. Fockei* Zopf.

Lebt in verschiedenen Diatomeen (Synedren, Pinnularien, *Stauroneis Phoenicentron*, Cocconemen, Surirellen, Gomphonemen etc.), deren Endochrom aufzehrend. Aus den im Schwärmerzustande etwa spindeligen, mit zwei Cilien versehenen, etwa 9 mikr. messenden Zoosporen entwickeln sich grosse, die Endochromplatten aufzehrende, unregelmässige Amoeben, die sich später in kleinere theilen und das verdaute Endochrom in Form von braunen Körnern ausstossen. Hierauf gehen sie in bekannter Weise zur Bildung von Zoocysten über, welche etwa 3—12 Schwärmer entwickeln. Solche Cystenzustände wurden bereits von Focke beobachtet, aber irrthümlicher Weise für Fortpflanzungsorgane der Diatomeen selbst gehalten[3]). Ausserdem wurden von mir Dauersporen beobachtet, mit eckiger derber farbloser Membran, 7—10,5 mikr. im Durchmesser und einem grossen Tropfen von Reserveplasma. Sie treten gewöhnlich zu mehreren auf. Ihre Auskeimung bleibt noch zu beobachten.

2. *G. perniciosus* Zopf.

Lebt in *Cladophora*-Zellen. Seine Schwärmer entwickeln sich zu grossen Amoeben, welche ein feines, den Inhalt der Wirthszelle durchsetzendes Schleimnetz bilden. Das Chlorophyll wird in braune Klümpchen verwandelt, die sammt der Stärke bei der Fructification ausgestossen werden. Ausser den ellipsoidischen schwärmerbildenden Zoocysten fand ich die Dauersporen. Sie sind kugelig bis

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Max Schultze's Archiv, I, pag. 213.

[2]) Ebenda, pag. 214.

[3]) Physiologische Studien. Bd. 2.

Digitized by Google

ellipsoidisch, farblos, ohne Skulptur und reich an Körnern von Reserveplasma, die schliesslich zu einem grossen excentrischen Tropfen zusammenfliessen.[1])

3. *G. spermophilus* Zopf.

Nährte sich vom Inhalt der Sporen einer blaugrünen Alge *(Cylindrospermum)* und bildete innerhalb derselben ellipsoidische Dauersporen mit glatter, derber, farbloser Membran, die bei der Keimung zu Zoocysten werden.

Der Chlorophyllinhalt der Wirthszellen wird in rothbraune Klümpchen verwandelt.

Gattung 2. *Aphelidium* Zopf.

Weicht von *Gymnococcus* hauptsächlich darin ab, dass die Schwärmer nicht innerhalb einer Cystenhaut, sondern als freie Sori entstehen.

1. *Aphelidium deformans* Zopf.[2])

Es bewohnt die vegetativen Zellen von Coleochaeten *(C. soluta* oder *C. irregularis)*. Seine parasitischen Wirkungen äussern sich in einer mehr oder minder starken Hypertrophie der Wirthszellen, verbunden mit mehr oder minder auffälligen Gestaltveränderungen derselben, sowie Verdickung und Faltung der Membran (Gallenbildung); überdies wird der Zellinhalt vollständig aufgezehrt und bis auf kleine braune Ballen und Stärkekörner verdaut.

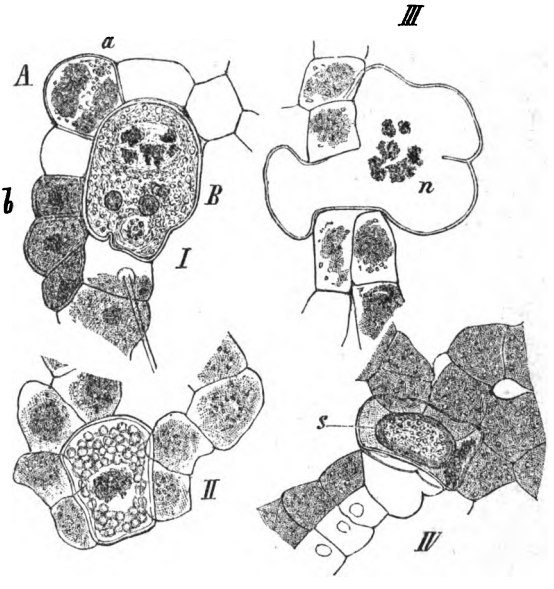


Fig. 48. (B. 494.)

Aphelidium deformans Zopf. I Stück eines Thallus von *Coleochaete soluta* (?) A eine junge Galle mit der bei a angedeuteten jungen Amoebe. b normale Coleochaetenzellen. B eine entwickelte Galle. Die Membran der Zelle ist dick, an einer Stelle gefaltet. Das Innere ist ganz ausgefüllt von dem Parasitenplasma. Die dunklen z. Th. in Vacuolen liegenden Klümpchen und Körner sind braune Chlorophyllreste. II Stück eines Coleochaeten-Thallus mit einer entwickelten Galle. Das Parasitenplasma hat sich in eine grosse Anzahl von kugligen Schwärmern zerklüftet. III Eine eigenthümlich-unregelmässige Galle, aus der die Schwärmer ausgeschlüpft sind, n Nahrungsballen. IV Stück eines Coleochaeten-Thallus mit einer nicht stark entwickelten Galle, welche im Innern die Dauerspore (s) des Parasiten und daneben Nahrungsreste zeigt. (Alle Fig. ca. 50fach vergr.)

Der Entwicklungsgang ist folgender. Die winzige, kugelige, eincilige, 2 bis 3mikr. messende Schwärmspore dringt durch die Membran der Wirthszelle und entwickelt sich daselbst zu einer Amoebe, die den Chlorophor, das Plasma und den Kern aufnimmt und in Folge dessen bald der Raum, der sich unterdess vergrössernden Wirthszelle ausfüllt (Fig. 48, I B). Das Chlorophyll wird zusammen-

[1]) Abbildungen werden an anderen Orten gegeben.

[2]) Die ausführliche Mittheilung über dieses interessante Object soll an anderer Stelle erfolgen.

Digitized by Google

geballt in Klümpchen, die allmählich gebräunt und in Vacuolen abgeschieden werden. Hierauf zerklüftet sich das Plasma, ohne vorher eine Haut abzuscheiden, in eine grosse Anzahl jener winzigen Zoosporen, bildet also einen Schwärmer-Sorus (Fig. 48, II).

Ausserdem fand ich die Dauersporen auf (Fig. 48, IV s). Sie entstehen, indem das von der Amoebe gebildete Plasma nach seitlicher Abscheidung der Nahrungsreste sich abrundet zu einem einzigen kugeligen, eiförmigen oder bohnenförmigen, ca. 12—30 mikr. langen Körper, der sich mit dicker brauner Membran umgiebt. Seine Keimung ist noch unbekannt.

Gattung 3. *Pseudosporidium* Z.

Pseudosporidium Brassianum Zopf.

Von Brass in Aufgüssen von Pflanzentheilen gefunden und näher untersucht[1]), auch von mir mehrfach in Algenkulturen angetroffen. Aus dem ein- oder zweiciligen Schwärmer entwickelt sich eine relativ grosse, mit wenigen meist stumpfen Pseudopodien versehene, gewöhnlich limaxförmige Amoebe (Fig. 3, I), die sich von Algenschwärmern, Bacterien u. dergl. nährt und unter ungünstigen Ernährungsbedingungen (Nahrungs-, Sauerstoffmangel etc.) Hypnocysten-Bildung eingehen können, in Form kugeliger, mit einfacher Haut versehener Körper (Mikrocysten), aus denen unter geeigneten Verhältnissen wiederum je eine Amoebe ausschlüpft. Schwärmer erzeugende Zoocysten, wie wir sie bei *Gymnococcus* vorfinden, scheinen hier zu fehlen. Dagegen ist die Fructification in nackten Dauersporen bekannt (Fig. 24, VIII). Dieselben erscheinen kugelig, farblos, mit einfacher, bisweilen auch doppelter dicker Haut, die an einer eng umschriebenen Stelle perforirt und mit einem Deckelchen versehen ist. Bei den von Brass näher untersuchten eigenthümlichen Keimungsvorgängen — im morphologischen Theile (pag. 56) näher charakterisirt und abgebildet — werden zahlreiche kleine Zoosporen erzeugt (Fig. 24, XIV a), welche an jener bedeckelten Stelle ausschlüpfen.

Gattung 4. *Protomyxa* Haeckel.[2])

Die Gattung *Protomyxa* ist vor allen anderen Zoosporen bildenden Mönadinen ausgezeichnet durch ihren entwickelteren Plasmodienzustand. Er stellt nämlich ein relativ grosses, mit reicher Pseudopodienentwicklung, Verästelung und Netzbildung versehenes Gebilde dar, aus welchem schliesslich je eine Zoocyste entsteht mit sehr zahlreichen einciligen Schwärmern. Die Dauersporenform ist noch aufzufinden.

1. *Protomyxa aurantiaca* Haeckel.

Als Hauptnahrung dienen dieser eigenthümlichen, von Haeckel[3]) an der Küste der Canarischen Inseln (Lanzarote) auf Schalen von Seethieren *(Spirula Peronii)* entdeckten Art Bacillarien und Peridinien. Von fructificativen Stadien beobachtete Haeckel die Zoocysten. Dieselben erscheinen kugelig und sind mit orangefarbenen, feinkörnigen, von gröberen stark lichtbrechenden, rothen Körpern durchsetztem Plasmainhalt und mit relativ dicker, geschichteter, glasheller Membran versehen. Ihr Durchmesser betrug 0,12—0,2 Millim. Nach-

[1]) Brass, Biologische Studien. Heft I, pag. 70 ff., Taf. II, Taf. III.

[2]) πρωτόμυξα = Urschleim.

[3]) Biologische Studien. pag. 11, Taf. I, Fig. 1—12.

Digitized by Google

dem sich das Plasma etwas von der Wandung zurückgezogen, zerfällt es in einige hundert Schwärmer, die birnförmige Gestalt und eine dicke Cilie erhalten. Sie gehen in den Amoebenzustand über und können in diesem zu Plasmodien verschmelzen. Letztere erlangen unter Umständen relativ beträchtliche Grösse (0,5—1 Millim. im Diam.) und sind dann schon dem blossen Auge als orangerothe kleine Flecke wahrnehmbar. Ihre Pseudopodien können sich vielfach verzweigen und mit einander anastomosiren, sodass das Ganze netzartige Configuration zeigt. Man erhält in diesem Falle ein Bild, wie es ganz ähnlich die Plasmodien der höheren Mycetozoen darbieten. Amoeben und Plasmodien ziehen in den Plasmakörper Diatomeen und Peridinien hinein, um sie auszusaugen. Zerschneidet man grössere Plasmodien in Stücke, so bilden sich letztere zu selbstständigen Plasmodien aus. Unter Einziehung der Pseudopodien runden sich die Plasmodien schliesslich zu Kugeln ab, welche wiederum zu Zoocysten werden.

Fam. 3. Plasmodiophoreen.

Ihre Repräsentanten schmarotzen in phanerogamischen Land- und Süsswasserpflanzen, auf das Gewebe derselben hypertrophirende, zu auffälligen Geschwulstbildungen führende Wirkungen äussernd. Von vegetativen Zuständen besitzen sie die Schwärmer-, Amoeben- und Plasmodienform. Die Sporenfructification erfolgt in Soris; Zoocystenbildung fehlt.

Gattung 1. *Plasmodiophora* Wor.

1. *Plasmodiophora Brassicae* Woronin.

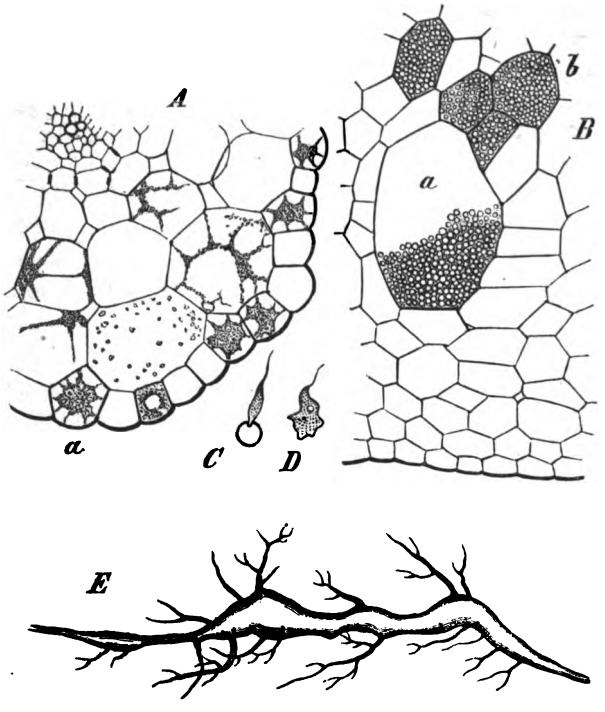
Sie siedelt sich an in den Wurzeln gewisser Cruciferen und zwar insbesondere der verschiedensten Kohlarten *(Brassica)*, (minder häufig der *Iberis umbellata* und der *Levkoje)* und ruft die sogenannte Hernie-Krankheit (auch Kohlkropf genannt) hervor, die sowohl in allen Ländern Europas, als auch aus Amerika bekannt ist und dem Kohlbau unter Umständen erheblichen Schaden zufügen kann, wie z. B. aus der Woronin'schen Angabe hervorgeht, dass im Jahre 1869 in Russland fast die Hälfte der gesammten, daselbst bedeutenden Kohlernte vernichtet wurde. Die Symptome dieser Krankheit äussern sich in sehr auffälliger Weise, denn es treten an den unterirdischen Theilen sehr unregelmässige und meist unförmliche Anschwellungen auf, die an der Pfahlwurzel bisweilen Faustgrösse erlangen, an den Seitenwurzeln meist entsprechend kleiner ausfallen (Fig. 49, E). Infolge dieser Wucherungen gelangen die Kohlköpfe entweder gar nicht oder doch nur mangelhaft zur Ausbildung.

Der Entwicklungsgang stellt sich nach Woronin folgendermaassen dar: Aus der Haut der winzigen, kugeligen (etwa 1,6 mikr. im Maximum messenden), zartwandigen, farblosen Spore schlüpft bei der Keimung in feuchter Erde ein winziger Schwärmer heraus (Fig. 49, C), dessen Plasmakörper eine contractile Vacuole besitzt und am vorderen zugespitzten Ende eine Cilie trägt. Dieser Schwärmer nimmt durch Bildung von Pseudopodien amoeboïden Charakter an (Fig. 49, D), kriecht nun zu den Wurzelhaaren und Oberhautzellen junger Kohlwurzeln hin und dringt in dieselben ein (Fig. 49, A a). Hier, sowie in dem darunter liegenden Rindenparenchym entwickelt er sich zu einem Plasmod, welches den Inhalt der Zellen aufzehrt. Ob ein solches Plasmod durch blosse Vergrösserung der Amoebe oder durch Verschmelzung mehrerer entsteht, konnte nicht festgestellt

[1]) Woronin, Plasmodiophora Brassicae, Urheber der Kohlpflanzen-Hernie (Pringsh. Jahrbücher XI. pag. 548). Vergl. auch Kny, Bot. Zeit. 1879, pag. 538.

Digitized by Google

werden. Dadurch, dass die feinen Schleimstränge die Membranen der Zellen durchbohren, sich in deren Inhalt weiter spinnen und denselben aufzehren, wird natürlich ein Reiz auf die Zellen ausgeübt, der sowohl eine schnellere Theilung als eine Vergrösserung derselben zur Folge hat. Aus beiden Factoren ergiebt sich die Entstehung der Anschwellungen und Auswüchse.



(B. 495.) Fig. 49.

Plasmodiophora Brassicae Wor. A 90fach. Querschnitt durch eine junge Wurzel eines Kohlkeimlings, der durch *Plasmodiophora*-Sporen künstlich inficirt wurde. In den Epidermiszellen a sieht man amoebenartige oder plasmodienartige Zustände des Parasiten, in den darunter liegenden grösseren Zellen plasmodiumartige Stadien. B 90fach. Durchschnitt durch die Lamina eines Kohlblattes, das dem Laubspross eines Hernie-Auswuches angehörte. Man sieht eine Gruppe von Zellen (a b), die dicht mit den Sporen-Soris des Schmarotzers rngefüllt sind. Die stark hypertrophirte Zelle a enthält zahllose Sporen, die nur zu einem Theile gezeichnet sind. C eine Spore, welche eben ihren Schwärmer entlässt. 660fach. D ein Schwärmer im Uebergang zur Amoebenform. 620fach. E Stück einer Nebenwurzel von einer jungen Blumenkohlpflanze, die durch den Parasiten hervorgerufenen Anschwellungen zeigend, in natürlicher Grösse. (Alle Figuren nach Woronin.)

Die Plasmodien zeigen gewöhnlichen Plasmodiumcharakter, in eine farblose Grundsubstanz sind feine Körnchen, Oeltröpfchen und wenn die Zellen Stärke enthalten, auch Stärkekörner eingebettet. Dabei durchsetzen kleinere oder grössere Vacuolen die Schleimmasse, die ihre Form beständig, aber langsam verändert. Durch verdickte Membranen wird der Uebertritt der Schleimmasse von einer Zelle zur andern durch die Tüpfel erleichtert. Bei starker Anhäufung der Schleimmasse ist das Lumen der Zelle bisweilen fast ganz von derselben ausgefüllt. Nach gehöriger Ernährung und starker Ansammlung des Plasmas erfolgt dessen Zerklüftung in Sporen. Eingeleitet wird dieser Prozess durch eine intensive Vacuolenbildung, die die Plasmamasse in ein feines Netzwerk verwandelt. Dann verschwinden diese und gleichzeitig sammelt sich das Plasma um zahlreiche Centren zu kleinen runden Körperchen an, die nach und nach bestimmten Contour erhalten. Sie stellen die gewöhnlich das ganze Lumen der Zelle als einen maulbeerartigen Haufen erfüllenden Sporen dar (Fig. 49, B a b), die durch die nicht zur Fructification verwandte Schleimsubstanz verkittet werden.

Die Ausbildung der Sporen erfolgt also nicht innerhalb einer besonderen Membran (Cystenhaut), sondern sie entstehen frei (ähnlich wie bei den Sorophoreen: Guttulineen, Dictyosteliaceen); die Membran wird gewissermassen ersetzt durch die Wandung der Wirthszelle. Schliesslich sind die meisten befallenen Wirths-

Digitized by Google

zellen von Sporen-Soris ausgefüllt. Der Parasit besitzt demnach ausserordentliche Fertilität. In Freiheit gelangen die Sporen schliesslich dadurch, dass die Wurzeln in Fäulniss gerathen und zu einer jauchigen Masse zerfliessen. Die Verbrennung alter inficirter Kohlstrünke, eine rationelle Wechselwirthschaft und sorgfältige Auswahl der Keimpflanzen dürften nach WORONIN geeignete Mittel sein, um die Krankheit zu beschränken.

Gattung 2. *Tetramyxa* GÖBEL.

Ein Vergleich mit *Plasmodiophora*, soweit er nach den entwiklungsgeschichtlichen Daten GÖBEL's[1]) möglich ist, ergiebt als Hauptunterschied den, dass die Plasmodien sich zunächst in Plasmaportionen segmentiren, welche Sporenmutterzellen darstellen. Letztere theilen sich später in zwei, dann in 4 Tochterzellen, welche den Charakter von Sporen annehmen und zu Tetraden verbunden bleiben.[2])

1. *T. parasitica* GÖBEL.

Sie siedelt sich nach GÖBEL in Wasserpflanzen, speziell der *Ruppia rostellata* an, und ruft sowohl an Stämmchen und den Inflorescenz-Stielen, als auch an den Blättern auffällige localisirte Gewebswucherungen in Form von rundlichen, erbsengrossen bis centimeterdicken Knöllchen hervor. Anfänglich weisslich, gelbgrünlich oder röthlich nehmen diese »Gallen« gegen den Herbst hin bräunliche Färbung an. Ein Querschnitt zeigt, dass der Gewebscharakter ein ausschliesslich parenchymatischer ist. Dabei lässt sich aber schon mikroskopisch deutlich ein durch lufthaltige Intercellularräume weiss gefärbter Rindentheil von einer dunkelbraun gefärbten umfangreicheren centralen Partie unterscheiden. Die Zellen dieser letzteren sind erfüllt mit zahlreichen, zu Tetraden vereinigten Sporen, deren Membranen glatt und farblos erscheinen. Jene Braunfärbung rührt offenbar her von verändertem Inhalt der Wirthszellen.

Jüngere Knöllchen zeigen in den Zellen der inneren Partie ein Plasmodium, theils in zusammenhängenden Massen, theils in Form von Strängen. Es ist mit zahlreichen, an Alkohol-Material auch ohne Tinction nachweisbaren kleinen Kernen durchsetzt. In der Rindenpartie liessen sich Plasmodien nicht nachweisen, die Zellen enthielten hier zahlreiche grosse Stärkekörner, kleinere waren auch in den Zellen des Centrums zu finden. In den jüngsten Knöllchen endlich war eine solche Differenz noch nicht sichtbar, die Zellen hatten annähernd gleiche Beschaffenheit, Plasmodien liessen sich auch in den äusseren nachweisen. Die Art, wie sich aus den Plasmodien Sporen bilden, wurde bereits oben erwähnt. Das Keimprodukt und seine Entwicklung zum Plasmodium bleibt noch festzustellen.

Zweite Abtheilung.

Eumycetozoen — Höhere Pilzthiere.

Gruppe I. Sorophoreen — Sorusbildner.

(= Acrasieen VAN TIEGH. = Myxomycetes aplasmodiophori BREF.)

Sie bilden nach mehreren, aus den Untersuchungen BREFELD's, CIENKOWSKI's, VAN TIEGHEM's und FAYOD's sich ergebenden Gesichtspunkten eine höchst eigen-

[1]) *Tetramyxa parasitica* in Flora 1884, No. 23. Taf. VII.

[2]) Bis die Lücken der Entwicklungsgeschichte ausgefüllt sind, mag die Gattung in der Nachbarschaft von *Plasmodiophora* bleiben, der sie biologisch und morphologisch am nächsten zu stehen scheint.

Digitized by Google

thümliche Gruppe. Bezüglich der vegetativen Stadien unterscheiden sich ihre Repräsentanten von allen übrigen Eumycetozoen zunächst in dem beachtenswerthen Mangel des Zoosporen-Stadiums. Aus der Spore gehen nämlich stets nur Amoeben (und zwar in der Einzahl) hervor, die auch später niemals zu Schwärmern werden (wie es z. B. bei Ceratium geschieht). Ein anderes Characteristicum liegt in der von VAN TIEGHEM und BREFELD entdeckten und mit Recht betonten Bildung von unechten Plasmodien (Pseudoplasmodien, Aggregatplasmodien, s. morphol. Theil)[1]). Endlich wäre hervorzuheben die sehr eigenthümliche Fructification: Die Amoeben des Pseudoplasmodiums theilen sich in die Arbeit, eine Anzahl derselben lagert sich reihenweise zusammen, einen Stiel formirend; an diesem wandern die übrigen in die Höhe und bilden in der oberen Region einen Amoebenhaufen, der dadurch, dass jede Amoebe sich in eine Spore umwandelt, zum Sporenhaufen (Sorus) wird. Doch kann diese Entwicklung sich vereinfachen dadurch, dass die Stielbildung unterbleibt. Es findet hier also gar keine Sporocystenbildung statt, die Sporen sind nackt. In dem Mangel echter Plasmodien einer- und der Sporencysten andererseits ist offenbar eine einfachere, niedere Stufe der Organisation gegenüber den übrigen Eumycetozoen ausgesprochen.[2])

Auch in biologischer Beziehung haben die Repräsentanten der in Frage stehenden Gruppe etwas Einheitliches. Sie bewohnen nämlich fast ausnahmslos thierische Excremente. Man kann zwei Familien unterscheiden:

A. Guttulineen.

Sie sind im Allgemeinen einfacher organisirt als die Dictyosteliaceen. Bei *Copromyxa* kommt es nach FAYOD überhaupt noch nicht zu einer bestimmt ausgesprochenen Pseudoplasmodienbildung, und für die noch näher zu untersuchende *Guttulina* CIENK. lässt sich dasselbe vermuthen. Die Amoeben repräsentiren die Limaxform (Fig. 3, VII, Fig. 31, IV), kriechen entweder einfach sämmtlich auf einen Haufen zusammen und werden nun zu Sporen *(Copromyxa)* oder ein Theil derselben wird zur Bildung eines wenig entwickelten Stieles verwandt *(Guttulina)*. Ausserdem kennt man noch eine Hypnocystenbildung (Mikrocysten) (Fig. 36, CDE).

Gattung 1. *Copromyxa* Z.

Der einzige Repräsentant *C. protea* (FAYOD) = *Guttulina protea* FAYOD[3]) wurde von dem genannten Autor auf Excrementen von Kühen und Pferden entdeckt, woselbst er in 1—3 Millim. hohen, gelblichweissen Häufchen auftritt, welche isolirte oder an der Basis vereinigte aufrechte Spindeln, Hörner, Keulen oder Wärzchen darstellen (Fig. 31, I II). Diese Körperchen zerfallen, ins Wasser gebracht, in eine grosse Anzahl stark lichtbrechender, bohnenförmiger bis fast dreieckiger, farbloser oder schwach gelblicher Sporen (Fig. 31, III), deren schwankende Grösse etwa 14 mikr. in der Länge und 9 mikr. in der Breite beträgt. In ihrem feinkörnigen Inhalt gewahrt man einen relativ grossen Kern und an den beiden Polen Vacuolenbildung.

In verdünntem reinen Mistdecoct (nicht aber in Wasser) keimen sie in der

[1]) Wegen des Mangels der echten Plasmodienbildung bezeichnete BREFELD die Gruppe als *Myxomycetes aplasmodiophori* (Schimmelpilze. Heft VI).

[2]) Vergleiche auch DE BARY, Morphologie und Biologie der Pilze. 1884, pag. 475.

[3]) Beitrag zur Kenntniss niederer Myxomyceten. Bot. Zeit. 1883. No. 11.

Digitized by Google

Weise aus, dass der gesammte Inhalt in Form einer einzigen grossen Amoebe durch ein selbstgebohrtes Loch seitlich austritt (Fig. 31, IV). Sie erhält alsbald *Limax*-Gestalt, zeigt eine contractile Vacuole am hinteren Ende, sowie den Kern, und bewegt sich durch Vorschieben eines breiten Hyaloplasma-Saumes vorwärts (Fig. 3, VII, 31, IV). Unter gewissen Verhältnissen erfolgt ein eigenthümliches Vorschnellen der Amoeben um das Zwei- bis Dreifache ihrer Körperlänge, die durchschnittlich 16—22 mikr. beträgt. Es werden feste Körper aufgenommen (z. B. Bacterien) und ihre unverdaulichen Reste am hinteren Ende ausgestossen. Die Amoeben gehen Zweitheilung ein, indem sie sich fast bis zur Kugel abrunden, dann strecken und endlich in der Mitte einschnüren. Beachtenswerth ist die Tendenz der Amoeben sich anzuhäufen, es liegt hierin ein Schritt zur Plasmodienbildung, wie wir ihn bei dem verwandten *Dictyostelium* finden. Schliesslich schreiten die Amoeben wieder zur Sporenbildung Sind erst einzelne Sporen gebildet, so wandern andere Amoeben hinzu, legen sich dicht an jene an und gehen nun ihrerseits in den Sporenzustand über. Da auf trocknen Mistculturen die Amoeben gewöhnlich nicht alle neben, sondern zum Theil über einander kriechen, so entstehen die eingangs erwähnten Sporenhäufchen (Sori [Fig. 31, I, II]). Sie unterscheiden sich von einer *Guttulina*- oder *Dictyostelium*-Fructification nur dadurch, dass die sie bildenden Amoeben alle gleichwerthig sind, eine Differenzirung in stielbildende und sporenbildende also nicht eintritt.

Anders verläuft die Entwicklung der Amoeben bei Ungunst der Ernährungsbedingungen. In concentrirter oder durch Spaltpilze verunreinigter Nährflüssigkeit nämlich wandeln sich die Amoeben zu Hypnocysten um, indem sie sich abrunden, eine grosse Vacuole im Innern bilden und mit Membran umgeben, die schliesslich dick, runzelig oder wellig erscheint und sich ins Gelbe bis Braune verfärben kann (Fig. 36, C—E). Diese Kugeln messen etwa 12—15 mikr. Unter Umständen zieht sich das Plasma von der primären Membran zurück und bildet eine dicke secundäre (Fig. 36, C) oder selbst tertiäre (Fig. 36, E). Bei der in Mistdecoct leicht erfolgenden Keimung schlüpft aus der Hypnocyste eine Amoebe von bekanntem Charakter hervor (Fig. 36, D).

Gattung 2. *Guttulina* Cienk.

1. *G. rosea* Cienk. wurde von ihrem Entdecker auf faulendem, mit Flechten bewachsenen Holz beobachtet. Mit der Loupe betrachtet stellt ihr fructificativer Zustand winzige, kurzgestielte und dabei roth gefärbte Köpfchen dar. Eine stärkere Vergrösserung lehrt, dass der Stiel (nach Art der Dictyosteliaceen) zellige Struktur zeigt, denn er ist oben zusammengesetzt aus keilförmigen, am Grunde aus gerundeten Zellen. Man sieht ferner, dass das Köpfchen, dessen Durchmesser etwa 0,07 Millim. hält (entsprechend der Länge des Stieles), aus runden Sporen besteht. Ihre Membran zeigt sich mit feinen Wärzchen bedeckt und umschliesst einen rosenrothen Inhalt mit deutlichem Nucleus. In Wasser gesäet keimen diese Sporen mit einer Amoebe aus, die gleichfalls den Nucleus und eine contractile Vacuole erkennen lässt. Ihre Pseudopodien sind gerundet, ihre gleitende Bewegung erinnert an *Amoeba limax*. Die weitere Entwicklung (etwaige Plasmodienbildung und Entstehung der Fructification) ist noch unbekannt[1]).

[1]) Das Vorstehende ist einer brieflichen Mittheilung entnommen, die Herr Prof. Cienkowski mir freundlichst zukommen liess.

Digitized by Google

2. *Guttulina aurea* VAN TIEGHEM[1]). Lebt auf Pferdemist und steht morphologisch der vorigen Species sehr nahe. Der kugelige Sorus zeigt Stielbildung, goldgelbe Färbung und winzige, 4—6 mikr. messende kugelige Sporen.

3. *Guttulina sessilis* VAN TIEGHEM[2]). Sie ward vom Autor auf faulenden Saubohnen gefunden. Der Sorus stellt ein einfaches milchweisses Tröpfchen dar, das keinerlei Stielbildung darbietet, und darum passt die Art vielleicht eher in den Rahmen der vorigen Gattung. Ihre Sporen sind oval, farblos, 8 mikr. lang und 4 mikr. breit.

B. Dictyosteliaceen ROSTAF.[3]).

Wir finden die Vertreter dieser kleinen Familie, die namentlich durch BREFELD's und VAN TIEGHEM's Untersuchungen näher bekannt geworden sind, in zweifacher Hinsicht höher entwickelt, als die Guttulineen: denn einerseits treten die Amoeben zu deutlich ausgeprägten Aggregat-Plasmodien zusammen, andererseits steht auch die Sorusbildung insofern auf einer höheren Stufe, als die Sorusträger (Sorophoren) in Form wohlentwickelter, einfacher oder selbst Pseudoverzweigungen aufweisender Stiele auftreten, und die Sori selbst bereits ganz bestimmte Formen, meist Kugelgestalt, annehmen. Habituell erinnert die fertige Sorus-Fructification so lebhaft an die Fruchtträger der Mucorineen, dass man früher, wo man die Entwicklungsgeschichte nicht ausreichend berücksichtigte, in *Dictyostelium* ein Uebergangsglied finden zu dürfen glaubte zwischen Mycetozoen und Phycomyceten. Die Amoeben zeigen nicht die Limaxform der Guttulineen, vielmehr entwickeln sie kleine spitze Pseudopodien.

Gattung 1. *Dictyostelium* BREFELD.

Die Stiele (Sorophoren) treten im Gegensatz zu *Polysphondylium* auf in einfacher, d. h. unverzweigter Form, die Sporen des Sorus sind ohne besondere Ordnung zusammengelagert. Unter ungünstigen Ernährungsverhältnissen gehen die Amoeben Mikrocystenbildung ein.

1. *D. mucoroides* BREF.[4]).

Auf Excrementen phytophager Säugethiere (Kaninchen, Pferd) ziemlich häufig, lässt sich dieser Organismus in Mistdecoct auf dem Objectträger leicht cultiviren und, wie BREFELD zeigte, nach seinem ganzen Entwicklungsgange klar verfolgen. Aus der winzigen, verlängert ellipsoidischen, durchschnittlich 4 mikr. in der Länge und 2,4 mikr. in der Dicke messenden Spore entsteht eine winzige Amoebe, die durch einen polaren Riss austritt. Sie besitzt sehr feine kurze Pseudopodien, eine kleine Vacuole und einen winzigen, nur durch Färbungsmittel deutlich nachweisbaren Kern. Nach ihrer Vergrösserung durch Nahrungsaufnahme, gehen die Amoeben Vermehrung durch Zweitheilung ein, wonach die

---

[1]) Sur quelques Myxomycètes à plasmode agrégé. Bull. de la Soc. bot. de France 1880. pag. 320.

[2]) l. c. pag. 320.

[3]) ROSTAFINSKI, Versuch eines Systems der Mycetozoen 1873, und Monographie, pag. 217. COOKE, Myxomycetes, pag. 54.

[4]) *Dictyostelium mucoroides* in Abh. der Senkenb. naturf. Gesellschaft. Bd. VII, und Schimmelpilze, Heft VI. — COEMANS, Spicilège mycologique. Extr. des bull. de l'Academie roy. de Belg. Sér. 2. tom. XVI.

Digitized by Google

Theilstücke ihrerseits zu noch grösseren Amoeben heranwachsen mit grösserer Vacuole und grösserem, schon ohne Reagentien wahrnehmbaren Kern.

Das nicht seltene Vorkommen von Sporen in solchen Amoeben beweist deren Fähigkeit, feste Körper aufzunehmen. Später ändert sich das Aussehen der Amoeben, ihr Inhalt wird homogener, feinkörniger, der Zellkern deutlich, die Vacuole kleiner, langsamer pulsirend, die Pseudopodienbewegung träger. Nunmehr erfolgt ihr Zusammentreten zu Aggregat-Plasmodien. Zunächst bildet sich ein Anhäufungscentrum, nach welchem in strahlenförmig geordneten Gruppen die Amoeben hin wandern, sodass man etwa das Bild einer grossen Amoebe erhält (Fig. 5). Im Centrum des Ganzen lagern sich die Amoeben so dicht, dass man sie einzeln nicht mehr unterscheiden kann und eine scheinbare homogene Masse zu Stande kommt; doch wird bei Anwendung von schwachem Druck leicht wieder eine Trennung in die Einzelamoeben herbeigeführt. Wie bereits früher hervorgehoben, hat das Pseudoplasmodium nur transitorischen Charakter, indem sein Centrum sich sofort anschickt zur Bildung eines mit einfachem Stiel versehenen Sorus. Es entsteht zunächst eine stumpfe Proeminenz, die sich in dem Maasse vergrössert, als die Amoebenmasse nach ihr hinwandert. Im axilen Theile dieser Proeminenz erlangen eine Anzahl von Amoeben durch Wasseraufnahme besondere Grösse und lagern sich unter Abscheidung von Membranen in ein oder mehreren Reihen übereinander, den Stiel bildend. An ihm kriecht die noch übrige Masse von nicht durch Wasseraufnahme sich vergrössernden Amoeben hinauf, um einen kugeligen oder gestreckt-ellipsoidischen Haufen zu bilden. Jede derselben wird durch Abrundung und Membranbildung zur Spore. (Vergl. auch pag. 67 und Fig. 32.)

Unter ungünstigen, noch nicht genau ermittelten Ernährungsbedingungen wird die Entwicklung der Amoeben zu Pseudoplasmodien und Sporen gehemmt. Die Amoeben gehen infolge dessen Mikrocystenbildung ein, wie sie bereits auf pag. 90 charakterisirt wurde. Nach vorheriger Austrocknung und darauf folgender Benetzung mit Mistdecoct keimt jede Mikrocyste zu einer Amoebe aus, die an einer eng umschriebenen Stelle die Membran durchbohrt. VAN TIEGHEM machte die Beobachtung, dass unter ungünstigem Nährverhalten die Amoeben Pseudopodien trieben, welche sich ablösten, abrundeten und encystirten. Er beobachtete diesen Prozess auch hei *Acrasis granulata*.

2. *D. roseum* VAN TIEGHEM[1]).

v. TH. fand diese Art auf verschiedenen Excrementen, besonders auf Kaninchenkoth. Sie unterscheidet sich von der vorigen sowohl durch die lebhaft rothe Farbe ihrer kugeligen Sori, als auch durch die Dimensionen der Sporen (8 mikr. Länge auf 4 mikr. Breite im Mittel).

3. *D. lacteum* VAN TIEGHEM[1]).

Vom Autor auf verdorbenen Hutpilzen gefunden. Der auf einreihigem Stiel befindliche Sorus bildet ein milchweisses, aus sehr kleinen kugeligen (2 bis 3 mikr. messenden) Sporen bestehendes Tröpfchen.

Gattung 2. *Acrasis* VAN TIEGH.[1]).

Von den beiden anderen Dictyosteliaceen-Genera ist die Gattung *Acrasis* im Wesentlichen nur dadurch ausgezeichnet, dass bei ihr die Sporen der Sori eine besondere Anordnungsweise zeigen, sofern sie nämlich in rosenkranz-

[1]) Sur quelques Myxomycètes à plasmode agrégé. Bull. de la Soc. bot. de France 1880, pag. 317.

Digitized by Google

förmigen Ketten über einander gelagert sind. Im Uebrigen ist Bau und Entwicklung dieselbe, wie bei jenen Gattungen.

1. *A. granulata* VAN TIEGH.

Sie wurde von ihrem Entdecker auf in Kuchenform ausgebreiteten Bierhefemassen beobachtet, wo ihre Fructification in Form schwarzer Flecken auftrat. Der gerade Stiel dieser Art, aus einer einzigen Zellreihe gebildet, trägt eine terminale rosenkranzförmige Reihe von Sporen. Letztere, von kugeliger Form, braun-violetter Farbe und fein-warziger Membran, messen etwa 10—15 mikr. Die unterste Zelle des Stiels erweitert sich am Grunde handförmig. Unter gewissen Verhältnissen baut sich der Sorophor aus mehreren (bis 12) Reihen von Zellen auf, deren jede nach oben mit einer Sporenkette abschliesst.

Auf diese Weise entsteht eine Form, welche an ein *Coremium* erinnert. Unter ungünstigen Ernährungsbedingungen gehen die Amoeben Microcystenbildung ein. Eine Encystirung abgeschnürter Amoeben-Pseudopodien kommt nach VAN TIEGH. auch hier vor. (Vergl. *Dict. mucoroides.)*

Gattung 3. *Polysphondylium* BREF.

Der hauptsächlichste Charakter dieser Gattung findet seinen Ausdruck in dem Auftreten eines Sori-Standes in racemöser Form (Fig. 32, VII). Bezüglich der Art und Weise wie sich derselbe bildet, verweise ich auf die im morphologischen Theile gemachten kurzen Angaben (pag. 69). Die Mikrocystenform fehlt.

1. *P. violaceum* BREF.

Von BREFELD auf Pferdemist in Italien entdeckt. Von dem senkrecht vom Substrat sich erhebenden, wenigstens 1 Centim. hohen Haupt-Sorophor gehen seitliche Sorophoren ab, die meist so angeordnet sind, dass sie Wirtel bilden. Die grössten Sori-Stände weisen bis 10 Wirtel auf, die untersten Wirtel sind 5—6, die oberen 2—3 gliedrig (Fig. 32, VII).

Bezüglich der Struktur stimmen die übrigens schwach-violetten Sorophoren mit denen von *Dictyostelium* überein: die schmäleren sind aus 1—2 Zellreihen (Fig. 32, I, II), die kräftigeren aus 3 bis mehreren aufgebaut. Alle tragen kugelige violettblaue Sori, gebildet aus zahlreichen, ellipsoïdischen, etwa 8 mikr. langen und 5 mikr. breiten Sporen. Bei der Keimung, der eine Anschwellung vorausgeht, tritt aus einem polar entstehenden Riss eine winzige Amoebe aus vom gestaltlichen Charakter der *Dictyostelium*-Amoeben, mit denen sie auch bezüglich der weiteren Entwicklung im Wesentlichen übereinstimmt.

Gruppe II: Endosporeen.

Morphologisch weicht diese Gruppe von den Sorophoreen in drei sehr wichtigen Punkten ab. Zunächst ist die Thatsache bemerkenswerth, dass die Glieder dieser Gruppe das den Sorophoreen mangelnde Schwärmstadium besitzen, und zwar geht letzteres unmittelbar aus der Spore hervor, bei deren Keimung. In diesem letzteren Moment spricht sich zugleich eine Abweichung aus von der dritten Gruppe der Eumycetozoen, den Exosporeen, wo das unmittelbare Produkt der Sporenkeimung eine Amoebe ist, die sich später erst, nach ihrer Theilung, in Schwärmer umwandelt. Als zweite, besonders durchgreifende Differenz ist hervorzuheben, dass der plasmodiale Zustand den Charakter eines echten, also eines Fusionsplasmodiums trägt. Und ferner bleibt zu betonen, dass die Sporenbildung sich auf endo-

Digitized by Google

genem Wege vollzieht, also nicht in Soris und nicht an der Spitze von Basidien, wie letzteres für die Gruppe der Exosporeen charakteristisch erscheint, sondern im Innern von Sporocysten. Ein nie fehlendes Attribut der Endosporeen ist endlich die Capillitiumbildung[1]). Doch auch in biologischer Beziehung existirt zwischen Sorophoreen und Endosporeen ein gewisser Unterschied, insofern die ersteren Mistbewohner sind, die letzteren vorzugsweise faulendes Holz und sonstige todte Pflanzentheile zu ihrem Substrat erwählen.

Ordnung 1. Peritricheen.

Zu der folgenden Gruppe, den Endotricheen, treten die Repräsentanten der vorliegenden dadurch in scharfen Gegensatz, dass sich ihr Capillitiumsystem anstatt im Innern der Frucht, an der Peripherie derselben entwickelt in Gestalt eines zusammenhängenden gitterartigen Gerüstes, das der Fruchtwand von innen angelagert ist und gewissermaassen als ein System von Verdickungen derselben betrachtet werden könnte. Im Hinblick auf die ausserordentliche Zartheit gerade derjenigen Wandtheile, an denen das Capillitium auftritt, dürfte demselben ohne Zweifel eine mechanische Bedeutung, nämlich die Bedeutung einer Versteifungseinrichtung zugesprochen werden. Mit dem Mangel eines endocarpen Capillitiums hängt jedenfalls auch die Abwesenheit jeglicher Columellenbildung zusammen.

Die Theile des peripherischen Gerüstes sind fast ausnahmslos in doppelter Form ausgeprägt: in Form von Platten und von Strängen. Dabei lässt die Combination beider Formen eine gewisse Mannigfaltigkeit erkennen, da sie, wie bereits früher gezeigt, bald dem Strahlentypus (Fig., 21, I), bald dem Leitertypus (Fig. 19, III), bald dem Laternentypus (Fig. 19, I) oder aber unregelmässigerer Anordnung folgt.

Bald nach der Fruchtreife obliteriren die zwischen den Verdickungssträngen oder Platten gelegenen Theile der zarten Sporocystenhaut, und es verstäuben nun die Sporen durch die Lücken des stehenbleibenden Capillitiumgerüstes.

In biologischer Beziehung bleibt noch der Hinweis, dass die vegetativen Stadien, die zumeist in faulendem Holze leben, beim Eintritt der Fructification niemals Kalk ausscheiden; ob sie überhaupt keine Kalksalze aufnehmen, ist noch unentschieden.

Fam. 1. Clathroptychiaceen Rostafinski.

Zu den folgenden Familien treten die Clathroptychiaceen in einen gewissen Contrast durch zwei wichtige Momente; einmal durch den gänzlichen Mangel einer Stielbildung und andererseits durch die Formation von Fruchtcomplexen (Aethalien), die bei den Cribrariaceen bisher nie beobachtet wurden. Dazu kommt noch, dass das peripherische Gerüst bezüglich seiner Ausbildung im Allgemeinen einfachere Verhältnisse darbietet, als bei der folgenden Familie, insofern nämlich, als seine Elemente nicht nach dem Netztypus angeordnet sind; ja die eigentliche Capillitiumbildung kann sogar gänzlich unterbleiben.

Gattung 1. *Clathroptychium* Rostafinski.

Die Gattung zeichnet sich zunächst darin aus, dass ihre Aethalien zusammengesetzt sind aus einer einzigen Schicht prismatischer Früchtchen, die nach Art einer Bienenwabe angeordnet erscheinen (Fig. 27, I, II, III). Eine gemeinsame Hülle fehlt. Die Seitenwandungen der Sporocysten sind sehr dünn und vergäng-

[1]) Die wenigen Ausnahmen in dieser Beziehung kommen hier nicht in Betracht.

Digitized by Google

lich. Dagegen die den Endflächen des Prismas entsprechenden Membrantheile (Fig. 19, I ab) derb und resistent. Zwischen ihnen wird eine Verbindung hergestellt durch solide wandständige, meist einfache Capillitiumstränge, welche so gelagert sind, dass sie in den Kanten der Prismen verlaufen, daher sehr weite Zwischenräume zwischen sich lassen (Fig. 19, I, Fig. 27, IV k).

1. *Clatroptychium rugulosum* Wallroth[1]).

Diese zu den schönsten und eigenartigsten, aber auch selteneren Mycetozoen gehörige Species wählt todte Zweige und faulende Baumstämme und Stümpfe, besonders der Buchen zum Substrat. Ihre von Fuckel beobachteten Plasmodien zeichnen sich durch lebhaftrothes Colorit aus. Auch die Färbung der Aethalien ist im Jugendstadium scharlachroth, um später ins Leberbraune, Olivenbraune, Gelbbraune oder Rothbraune, seltener ins Bleigraue überzugehen. Dabei erscheint die Oberfläche fast immer von fettartigem Glanze.

Die Aethalien besitzen die Gestalt sehr niedriger, flacher, im Umriss rundlicher oder länglicher Scheibchen oder Polsterchen, die wohl nur selten den Diameter von 1½ Centim. überschreiten dürften. Auf den ersten Blick bieten sie durch ihr bienenwabenartiges Ansehen eine gewisse Aehnlichkeit dar mit manchen flachen Formen von *Tubulina cylindrica*. Die relativ sehr kleinen und darum mit blossem Auge nicht wohl unterscheidbaren Einzelfrüchtchen stehen in senkrechter Richtung, meist zu Hunderten beisammen, eines dicht an das andere gedrängt (Fig. 27, I), aber doch nicht so innig unter einander verbunden, dass nicht ein leichter Druck sie aus ihrem Verbande zu lösen vermöchte. Aus dem gegenseitigen Drucke, den sie bei so dichter Zusammenlagerung erfahren, resultirt ihre prismatische Form (Fig. 19, I). Doch wechselt Zahl und Breite der Seiten dieser Prismen, wie die Betrachtung der Aethalien von der Ober- und Unterseite lehrt (Fig. 27, II, III). Beide Seiten weisen nämlich gleich- oder ungleichseitige Dreiecke, Vierecke und Polygone auf, deren Durchmesser oft innerhalb ziemlich weiter Grenzen variiren.

Von ganz besonderer Eigenthümlichkeit erscheint der Umstand, dass die an den Seiten der Prismen so überaus zarte, aus diesem Grunde frühzeitig obliterirende und zur Zeit völliger Fruchtreife meist schon völlig verschwundene Membran an dem freien Ende sowohl, als an dem basalen schwach verdickt und gebräunt erscheint. In Folge dessen bleiben diese Membrantheile erhalten in Form von Kappen, die, entsprechend der Zahl der Kanten des Prismas, mehrere (3—7) Zipfel zeigen, welche sich unmittelbar fortsetzen in die in den Kanten der prismatischen Früchtchen liegenden Capillitiumstränge (Fig. 19, I ab, Fig. 27, V). Letztere sind fadenförmig, dünn aber derb, solid, einfach, häufig aber auch mit kürzeren oder längeren, blind endigenden oder mit benachbarten Strängen anastomosirenden Zweigen versehen (Fig. 27, IV). Der ganze Sceletapparat hat demnach eine frappante Aehnlichkeit mit dem Holz- oder Blechscelet einer prismatischen Laterne (Fig. 19, I). Der ganze Fruchtcomplex sitzt gewöhnlich einem wohl entwickelten Hypothallus auf (Fig. 27, I h). Die Sporen er-

---

[1]) Literatur: Wallroth, Flora Germanica No. 2107 (sub Licea rugulosa). — Fries, Systema mycologicum III, pag. 88 (sub Reticularia plumbea). — Berkeley, Licea applanata in Hooker, Lond. Journal, Bd. VII, pag. 67. — Cooke, Handbook, Bd. I, pag. 408. — Fuckel, Symb. myc. Nachtr. 2, pag. 69 (unter *Dictyaethalium applanatum* Rost.). — Rostafinski, Monographie, pag. 225. — Cooke, Myxomycetes of Gr. Brit., pag. 55.

Digitized by Google

scheinen in Menge ochergelb oder gelbbraun bis umbrabraun, kugelig, mit feinwarziger Skulptur und messen 9—12 mikr.

Gattung 2. *Enteridium* Ehrenberg.

Während *Clathroptychium* nackte Aethalien erzeugt, sind bei vorliegender Gattung die Fruchtcomplexe von einer gemeinsamen Membran umhüllt, da die an der Oberfläche liegenden Hauttheile der Sporocysten mit einander verwachsen. Letztere finden sich überdies im Gegensatz zu *Clathroptychium* in mehrere Schichten gelagert. Der eigenthümlichste Charakter liegt aber jedenfalls in dem Umstande, dass die Sporen zu mehreren in geschlossenen Gruppen vereinigt auftreten, eine Eigenschaft, die kein anderer Myxomycet aufzuweisen hat, *Reticularia Lycoperdon* und *Eneythenema Berkelyana* ausgenommen.

1. *Enteridium olivaceum* Ehrbg.[1])

Sein Plasmodium lebt in faulenden Baumstämmen und zeigt schön hochrothes Colorit. Die Aethalien ähneln im Habitus *Clathroptychium*, indem sie niedrige plane oder hemisphärische im Umriss gerundete Polster von etwa 0,2—2 Centim. Breite und etwa 1½ Millim. Höhe darstellen, deren Färbung als ein glänzendes Olivenbraun erscheint. Die Haut, welche das ganze Aethalium überzieht, ist papierdünn, zart und pellucid und springt unregelmässig auf. Auch die Wandungen der Einzelfrüchtchen erscheinen dünn, glasartig und sind gelbbräunlich tingirt. Nach Rostafinski bilden sie (nach der Entleerung) ein netzartiges, dreiflügliges Scelett. Die maulbeerartigen, aus der engen Vereinigung von 5 bis 20 Sporen entstandenen Gruppen erinnern an Sorosporium. An den Berührungsstellen abgeflacht, zeigen sich die Sporen an der Aussenfläche mit feinen Wärzchen besetzt. In Menge sind die Sporen schön olivengrün gefärbt.

Familie 2. Cribrariaceen.[2])

Die diese Familie constituirenden Genera kommen sämmtlich in folgenden Punkten überein: Zunächst mangelt ihnen die Fähigkeit zur Aethalienbildung so wohl, als zur Formation von Plasmodiocarpien. Die Sporocysten treten darum stets als isolirte Früchte auf (die wegen ihrer Kleinheit leicht zu übersehen sind). Sodann gilt als Regel, dass jedes zur Fruchtbildung bestimmte Plasmahäufchen zunächst ein Säulchen bildet, an dem es hinaufkriecht, um auf der äussersten Spitze sich zur Sporocyste zu formen. Die Sporocyste ist also im Gegensatz zu den Clathroptychiaceen gestielt. (Auf dem Umstande, dass die Sporocyste ganz am Ende des Stieles entsteht, beruht der Mangel der Columellabildung.) Ihrer Gestalt nach erscheinen die Früchtchen kugelig, eiförmig oder birnförmig (Fig. 20), gestreckte Formen fehlen in der Familie ganz.

Eine weitere, besonders charakteristische Eigenthümlichkeit bietet die Fruchthaut und zwar insofern, als sie im unteren, allmählich in den Stiel übergehenden, etwa ⅓ oder ½ der ganzen Oberfläche betragenden Theile relativ dick und derb

[1]) Literatur: Ehrenberg in Link, Jahrbücher der Gewächskunde II, pag. 55. — Fries, Syst. myc. III, pag. 89 (unter Reticularia olivacea). — Cooke, Handbook I, pag. 379 (unter Reticularia applanata B. u. Br.), — Fuckel, Symb. myc., pag. 338 u. Nachtrag II, pag. 68. — Rostafinski, Monogr., pag. 227. — Cooke, Myxomycetes of Gr. Brit., pag. 56. — Rostaf., Versuch eines Systems der Mycetozoen, pag. 4 unter Licaethalium olivaceum.

[2]) Literatur: Fries, Systema mycol. III, pag. 164. — Corda, Icones fungorum IV, Taf. 7 u. V, Taf. 3. — de Bary, Mycetozoen, pag. 20. — Rostafinski, Monographie der Mycetozoen, pag. 229. — Cooke, Myxomycetes of Gr. Brit., pag. 56.

Digitized by Google

erscheint (Fig. 20), oft auch noch durch Verdickungsstränge ausgesteift wird, während die oberen Parthien sehr zart und dünn bleiben und nur lokalisirte Verdickungen zeigen, in Form von Strängen resp. Platten, die zu einem einzigen System verbunden sind, das die zarte Fruchthaut genügend verstärkt und nach unten mit dem eben erwähnten kelchartigen Basaltheil der Fruchthaut, der nur bei einem Repräsentanten *(Dictydium)* schwach oder gar nicht entwickelt wird, verbunden ist. Nach Form und Lagerung sind jene Verdickungen so charakteristisch, dass man hierauf drei Gattungen gegründet hat.

Das mechanische System zeigt fast stets lebhafte Farben, die mit dem Colorit des Stieles und der Sporen im Wesentlichen Uebereinstimmung zeigen, und gewöhnlich einen Ton heller gehalten sind.

Als eine weitere Eigenthümlichkeit ist zu erwähnen, dass die Plasmodien, die nur erst wenigen Beobachtern zu Gesicht kamen, gelappte oder aderförmige, aber nicht typisch mesenteriiforme Körper darstellen. Ihr eigenthümliches, schwarzblaues, schwarzgraues oder violettbraunes Colorit beruht vielleicht auf der Gegenwart der bereits früher (pag. 74) erwähnten, glänzend braunen oder purpurnen, rundlichen Körner, die bisweilen auch der Haut und dem Capillitium der fertigen Frucht eingelagert sind.

Gattung 1. *Dictydium* SCHRADER.

In diesem Genus bildet das mechanische System ein über die ganze Fruchtwand ausgedehntes höchst zierliches Netz (Fig. 19, II, III). Es fehlt also hier die bei der Gattung *Cribraria* so ausgesprochene Differenzirung der Wandung in einen basalen, persistenten und in einen terminalen, zartbleibenden, nur durch lokale Verdickungen ausgesteiften Theil (oder der erstere ist, wie ich in einzelnen Fällen sah, nur schwach entwickelt). Was die Gestaltung der Verdickungen betrifft, so erscheint dieselbe im Gegensatz zu *Cribraria* von einheitlichem Charakter, insofern nur die Leistenform zur Verwendung kommt. Doch machen sich bezüglich der Dicke und der Lagerung der Leisten Unterschiede bemerkbar; die einen sind relativ dick und laufen von der Basis der Sporocyste, resp. vom Ende des Stieles aus nach deren Scheitel, die anderen sind ziemlich fein und stellen transversal gerichtete einander parallele Querverspannungen nach Art von Leitersprossen dar (Fig. 19, III). Während die Längsleisten sich ab und zu verzweigen, und anastomosiren, scheinen die Querleisten stets einfach zu bleiben. Wie schon aus dem Gesagten hervorgeht, bilden sie mit den Hauptleisten regelmässige und zwar rechteckige, in den Winkeln der Zweige dreieckige, ziemlich kleine Maschen.[1]). Die Früchte sind stets mit Stiel versehen.

Dictydium cernuum PERS.[2])

Die einzige, durch ganz Europa verbreitete, besonders an mürbem Holze der Coniferen häufige Art erzeugt heerdenweis winzige (etwa ½ Millim. im Durchmesser haltende) auf langem (2 Millim.) feinem Stiel stehende kuglige oder birnförmige, im Alter am Scheitel eingedrückte (genabelte) nickende Früchtchen, die wie der Stiel rothbraun bis purpurbraun gefärbt erscheinen. Ihre winzigen

[1]) Man vergleiche auch die Abbildungen in CORDA, Icones V, fig. 36 u. von ROSTAFINSKI, Monogr., fig. 17—19, 22.

[2]) Literatur: BATSCH, Elenchus fungorum, pag. 236, Fig. 232 (unter Mucor cancellatus). — FRIES, Syst. myc. III, pag. 165 (unter D. umbilicatum). — ROSTAFINSKI, Monogr., pag. 229, — COOKE, Handbook, pag. 399.

Digitized by Google

(5—7 μ dicken) kugeligen und glatten Sporen sind in Menge purpurbraun, einzeln fast farblos. Im jugendlichsten Zustande stellen die Sporocysten winzige, dem Substrat aufsitzende kuglige glänzend schwarzblaue Tröpfchen dar, dann wird ein Stiel angelegt, an ihm kriecht die Plasmamasse hinauf und formt sich zur Cyste, Haut und Stiel sammt Capillitium sind anfangs wundervoll veilchenblau (unter dem Mikroskop), bei der Reife rothbraun.

Gattung 2. *Cribraria* Pers.

Die sehr kleinen stets kugligen oder birnförmigen Sporocysten treten mit wohlentwickeltem Stiel auf, wovon eine Ausnahme nur die kurzstielige *C. argillacea* macht. Als Hauptunterschied von *Dictydium* ist hervorzuheben, dass die Fruchthaut in der unteren Hälfte persistent und nur in der oberen Parthie zart und vergänglich ist. Zur Bildung des auch hier höchst zierlichen Netzgerüstes pflegen zwei Verdickungsformen combinirt zu werden: nämlich flächenförmige Verdickungen, die gewöhnlich in ziemlich regelmässigen Abständen gelagert erscheinen, meistens unregelmässige eckige Formen zeigend, und feine, einfache, selten verzweigte Stränge, welche im Ganzen in Radienstellung die Verbindung jener Platten zu besorgen haben und theilweis nach unten zu mit den Randzähnen des persistenten Bechers in Connex stehen (Fig. 20, I B). So entsteht ein Netz, dessen Maschen im Vergleich zu *Dictydium* im Ganzen nicht besonders regelmässige, sondern meist irregulär-polygonale Gestalt darbieten (Fig. 20, I, Fig. 50). Eine Abweichung von der eben charakterisirten Netzbildung findet sich bei *Cr. rufa* Roth, wo die Verdickungen nur in der Form von anastomosirenden Leisten vorkommen (Fig. 20, II).

Bezüglich der Configuration, Grösse und Anordnung der Platten sowohl, als in Bezug auf Insertion und Richtung der feinen Stränge herrschen bei den verschiedenen Cribrarien so weit gehende, aber doch im Ganzen constante Verschiedenheiten, dass Rostafinski[1]), und mit Recht, 10 verschiedene, meist mit den von Schrader aufgestellten Arten zusammenfallende Species darauf begründet hat.

1. *Cribraria rufa* Roth.[1])

Ueber die Plasmodien dieser an faulendem Holze nicht gerade häufigen Art liegen noch keine Beobachtungen vor. Die kleinen (etwa ¾—1 Millim. im Durchmesser haltenden) Sporocysten besitzen Kugel- oder Birngestalt und werden von einem dünnen (1½—2 Millim.) langen, dunkelbraunen Stielchen getragen (Fig. 20, II). Ihre Wandung erhält in dem unteren Drittel oder höchstens in der ganzen unteren Hälfte durch schwache, gleichmässige Verdickung den Charakter einer derben, halbkugelschaligen Basalkappe. Nach oben schliesst sie mit ausgefressen-gezähneltem Rande ab. Im Gegensatz zur unteren ist die obere Hälfte der Sporocystenhaut sehr zart und durch Capillitiumelemente verdickt, welche im Gegensatz zu allen andern Cribrarien stets nur in Form sehr schmaler Leisten und niemals in Plattengestalt auftreten. Ihre gegenseitige Verbindung erfolgt in der Weise, dass sie ein Netz bilden, dessen Maschen in der Regel von ungleicher Grösse und Form erscheinen. Diese Leisten setzen sich auch auf der Innenseite der Basalkappe etwa bis in die Gegend des Stieles hin fort und zwar meist nur in Rippenform.

[1]) Roth, Flora germanica, pag. 548. Rostafinski, Monographie, pag. 232, Fig. 15. — Cooke, The Myxom. of Great Britain, pag. 58.

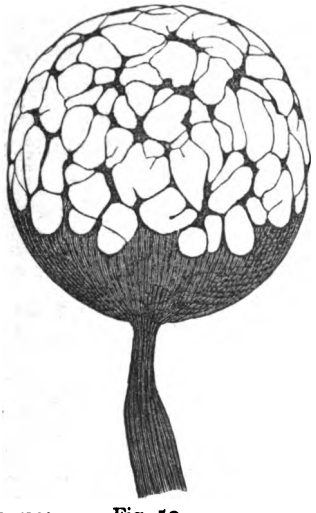
Digitized by Google

2. *Cribraria pyriformis* SCHRAD.[1])

Die Früchtchen (Fig. 20, I) zeigen Birngestalt, sind etwas kleiner, als bei der vorigen Art ($\frac{1}{3}$—$\frac{3}{4}$ Millim. im Durchmesser) und stehen auf einem kurzen, der Sporocyste an Länge etwa gleichkommenden Stiele. Die Basalkappe nimmt ungefähr das untere Drittel der Frucht ein. Das Capillitium im oberen Theile zeigt abweichend von *C. rufa* eine grosse Anzahl plattenartiger Centren, welche durch etwa radiale Leistchen in Verbindung stehen (Fig. 20, I). In Form und Grösse tritt bei jenen Platten eine gewisse Variabilität auf, die bei verschiedenen Früchten verschieden ausfallen kann; doch herrscht im Ganzen die isodiametrische Gestalt vor (Fig. 20, I). In der kappenartige Basalhaut der Sporocyste sowohl als in den Capillitiumplatten habe ich eigenthümliche rundliche, glänzend braune Körner beobachtet, welche in Menge zusammengehäuft und die Hauptträger des braunen Farbstoffes jener Theile sind. Sie messen etwa 2—3 mikr. und finden sich namentlich an dunkleren Fruchtvarietäten schön ausgebildet. Die kugeligen hellbräunlichen skulpturlosen Sporen messen 6,5—7,3 mikr.

3. *Cribraria vulgaris* SCHRAD.[2])

Die Früchtchen dieser gemeinsten, an faulenden Tannenbrettern und Baumstümpfen vorkommenden Art stellen gestielte Kugeln dar. Dieselben sind kleiner, als bei den vorausgehenden Species und messen etwa $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$ Millim., während die Stiellänge etwa das $1\frac{1}{2}$—2fache dieses Durchmessers erreicht. Letzterer weist dunkelbraune Färbung auf, die Cyste dagegen ist durch ein schmutziges Hellbraun, das bisweilen einen Stich ins Rostrothe zeigt, ausgezeichnet. Die derbere Basalhaut nimmt nur ein Drittel, höchstens bis die Hälfte der Wandung ein, und erscheint unregelmässig tief gezähnt. In Form und Anordnung der Capillitiumelemente der oberen Region kommt derselbe Typus zum Ausdruck, den wir bei *Cr. pyriformis* kennen lernten, doch macht sich in der Form der Platten vielfach eine ausgesprochenere Tendenz zur Bildung unregelmässiger Leisten bemerkbar. Durch Einlagerung der bekannten braunen runden Körner, nehmen die Platten dunkelbraune bis tiefschwarze Färbung an (bei stärkeren Vergrösserungen erscheinen sie gelbbraun). Auch in der Basalkappe und im Stiel sind solche Körper eingelagert. Sie haben etwas geringere Grösse, als bei der vorigen Art. In Menge erscheinen die Sporen lehmfarbig. Sie sind kugelig, glatt und messen 6,5—8 mikr.



(B. 496.) Fig. 50.
Früchtchen von *Cribraria vulgaris* SCHRADER, schwach vergr. (vom Stiel nur der obere Theil gezeichnet) Capillitium aus Platten und Leistchen gebildet, Basalhaut mit unregelmässig gezähntem Rande.

4. *Cribraria purpurea* SCHRAD.[3])

Vor allen übrigen Arten durch die purpurrothe Färbung der kugeligen Sporocyste ausgezeichnet. Letztere misst etwa 1 Millim. und steht auf einem braun-

[1]) ROSTAFINSKI, Monogr., pag. 237, Fig. 14. Obige Beschreibung habe ich nach von ROSTAFINSKI als *Cr. pyriformis* bestimmten Exemplaren gemacht, die mir Herr Prof. DE BARY zu senden die Güte hatte.

[2]) Nova plantarum genera, pag. 6.

[3]) Daselbst, pag. 8. — ROST., Monogr., pag. 233.

Digitized by Google

schwarzen 1½—2 Millim. langen Stielchen. Die Basalkappe nimmt etwa die Hälfte der Wandfläche ein und erscheint am Rande mit Zähnen versehen, die sich in die Leistchen des Capillitiums fortsetzen. Von gleichfalls purpurner bis violetter Färbung bildet dieses letztere ein Netzwerk, das den Charakter von *Cr. vulgaris* hat, nur dass die Knoten des Maschenwerks womöglich noch häufiger das Streben nach Bildung unregelmässiger schmaler Platten bekunden, als es bei *Cr. vulgaris* der Fall. Die dunkle Färbung der Platten und die dunkle Streifung der Kappe beruht auch hier wieder, wie bei anderen Arten, auf Einlagerung der Farbkörner, sie sind hier ziemlich gross, stark lichtbrechend und dunkel purpurn gefärbt. In den übrigen Theilen des Capillitiums (in den dünnen Leisten) und der Basalkappe bemerkt man nur diluirt rothe oder violette Tinction.

5. *Cribraria argillacea* Pers.[1])

Von den übrigen Arten ist diese Species leicht zu unterscheiden durch die geringe Entwicklung des Stieles, dessen Länge kaum den Durchmesser der Frucht erreicht, meistens aber noch geringer erscheint, zweitens durch den Umstand, dass die Sporocysten dicht rasenartig zusammengelagert erscheinen, und drittens durch die lehmartige Farbe der Früchte (der Stiel ist dagegen dunkelbraun). Die Capillitiumelemente sind nur in Leistenform vorhanden und nach dem Typus von *Cr. fulva* angeordnet. Sie setzen sich übrigens als stark ausgeprägte Adern auch auf der Basalkappe fort. Letztere ist augenscheinlich weniger derb, als bei anderen Arten, schön durchscheinend und irisirend. Gewöhnlich nimmt sie mehr als die Hälfte der Oberfläche ein. Die kugeligen, kaum hellbräunlichen in Masse lehmfarbigen Sporen messen 6—6,6 mikr. im Durchmesser. Gemein an faulenden Stümpfen von Pappeln, Weiden, aber infolge der dem Holze ähnlichen Färbung leicht zu übersehen.

Ordnung 2. Endotricheen Zopf.

Das gemeinsame Merkmal aller Endotricheen liegt darin, dass das mechanische System, im Gegensatz zu den Peritricheen endocarp auftritt, d. h. das Fruchtinnere, in der Regel seiner ganzen Ausdehnung nach, durchsetzt. Wo es in Form von soliden Strängen und Platten *(Stereonemata)* auftritt (Gruppe der Stereonemeen), ist es mit seinen Enden überall der Wandung angeheftet, wo es in Hohlröhren-Form *(Coelonemata)* erscheint (Gruppe der Coelonemeen), sind diese ganz frei, höchstens im unteren Theile der Wandung oder dem Stiel befestigt, nur selten auch an der oberen Wandung.

Unterordnung 1. Stereonemeen Zopf.

I. Calcariaceen Rost.

Das hervorstechendste Merkmal der Calcariaceen ist eigentlich ein rein physiologisches: die reichliche Kalkaufnahme seitens des plasmodialen Zustandes und die Abscheidung der Kalkmassen zur Zeit der Fructification. Als Ablagerungsorte dienen vor allen Dingen die Sporocystenhaut, sodann Columella, Stiel und Hypothallus. Aber auch die Capillitiumstränge schliessen bei ihrer Entstehung häufig Kalktheile ein. Das Capillitiumsystem entspricht in der Anordnung und Beschaffenheit seiner Elemente entweder dem Radientypus oder dem Netztypus

[1]) Rostafinski, Monographie, pag. 238. — Cooke, Fungi Britt. II, No. 526. — Derselbe, The Myxom. of Great Britain, pag. 59.

Digitized by Google

(Vergleiche pag. 43 ff.). Die Sporen sind stets von violettbrauner Farbe, welche der Membran angehört.

Fam. 1. Physareen Rost.[1])

Sie repräsentiren die grösste Gruppe der Calcariaceen. Von den beiden anderen Gruppen, den Didymiaceen und Spumariaceen, weichen sie sehr wesentlich ab durch den eigenthümlichen Capillitien-Typus, der auch den Cienkowskiaceen zukommt: Die Capillitiumstränge bilden nämlich infolge unregelmässiger Verzweigung und Anastomosenbildung ein das Fruchtinnere nach allen Richtungen durchsetzendes Netzwerk. Seine Maschen sind unregelmässig und mit relativ grossen Maschenknoten versehen, welche meist Kalkhäufchen umschliessende Auftreibungen darstellen. An welchen Lokalitäten auch sonst noch Kalkablagerungen stattfinden, immer repräsentiren sich die Kalktheile in Körnerform. Im Gegensatz zu den Spumariaceen fehlt die Columella entweder gänzlich oder sie ist nur in schwacher Entwicklung vorhanden. Von Fructificationsformen sind die Sporocyste, das Plasmodiocarp und das Aethalium vertreten.

Gattung 1. *Physarum* Pers.

Die Früchte sind theils in Form von Sporocysten, theils in Form von Plasmodiocarpien vorhanden. Bei den wenigen Arten, welche die letztere Fructification besitzen, kommt auch die Sporocystenform vor. Bezüglich der Gestalt der Cysten tritt nur geringe Abwechselung zu Tage; bald treten sie in Kugel- bald in Nieren- bald in Lirellenform auf, bei dieser Art ungestielt, bei jener gestielt u. s. w. Nur selten kommt es zur Bildung einer Columella, die dann kugelförmig erscheint. Eine Central-Columella, wie sie die Craterien zeigen, vermisst man. Die Wandung ist bald in der Einzahl, bald als Doppelhaut anzutreffen. Sie springt bei der Reife in der Regel unregelmässig, bei den Lirellenfrüchten aber in einer der Rückenlinie entsprechenden Fissur auf.

1. *Physarum leucophaeum* Fr.[2])

Es fructificirt sowohl in der gewöhnlichen Sporocystenform, als auch, indessen minder häufig, in Plasmodiocarpien. Erstere, etwa von Mohnsamengrösse, sind entweder kugelig oder der Regel nach niedergedrückt kugelig, im Uebrigen der Form nach inkonstant, stets mit einem Stiel versehen, der bald an Länge der Höhe der Sporocyste gleichkommt, bald ziemlich auffällig reducirt erscheint, sodass die Sporocyste scheinbar dem Substrat direct aufsitzt.[3]) Bei dicht gedrängter Entstehung der Früchtchen kommen durch Verschmelzung der Stiele botryocephale Formen zu Stande, die zwei- bis mehrzählig erscheinen können.[4]) Genauer betrachtet wird die Wandung der Frucht von einer dünnen hyalinen Membran gebildet, welcher kohlensaurer Kalk in Form von kleinen Körnchen ein- resp. von innen angelagert ist, theils in gleichmässiger Vertheilung, theils in breiten Häufchen, und aus dieser Gruppenbildung erklärt sich das weissfleckige Ansehen der Sporocystenwand. An der Basis geht letztere allmählich in die mit zahlreichen Längsfalten und Runzeln versehene, eine Röhre darstellende Stielhaut über. Ihre

---

[1]) Monographie, pag. 92. — Cooke, Myxomyc., pag. 11.

[2]) Fries, Syst. Mycol. III, pag. 132. — de Bary, Mycetozoen, pag. 3, (hier eingehend charakterisirt).

[3]) Solche Formen können leicht zu Verwechselungen Veranlassung geben.

[4]) Sie wurde von Ditmar als besondere Art *(Phys. connatum)* bezeichnet.

Digitized by Google

weissliche Färbung verdankt letztere der Einlagerung von zahlreichen Kalkkörnchen. Im Lumen der Röhre ist eine hellbraune Masse in Form von Körnchen oder Klümpchen abgelagert, welche wohl von ausgeschiedenen Nahrungsrückständen herrührt. Während nach unten hin der Stiel sich hautartig ausbreitet, ist nach oben sein Abschluss in der Bildung einer Columella gegeben, welche als unscheinbarer Hügel in das Lumen der Sporocyste hineinragt. Sie stellt im Wesentlichen einen grossen Kalkknoten dar, in dessen Innerem man dieselbe organische Substanz abgelagert findet, wie im Stiel. Von der Columella nehmen natürlich die Capillitiumstränge ihren Ausgangspunkt, die zu unregelmässig vielarmigen, an Grösse sehr wechselnden Knoten erweitert sind, und hier Kalk in unregelmässigen Körnchen enthalten. Die Sporen sind hell-violettbräunlich, kugelig, glatt, 8 bis 10 mikr. messend. Ihre Entleerung erfolgt, nachdem vom Scheitel her die Fruchtwand in mehrere ungleiche Lappen aufgeborsten ist.

Die von ROSTAFINSKI gesehenen Plasmodiocarpien haben Aderform und treten bisweilen mit netzartigen Verbindungen versehen auf. Da nach FRIES die jungen Früchte gelb erscheinen (und erst später grauweiss oder violett werden), so dürften auch die bisher, wie es scheint, nicht bekannten Plasmodien ein gelbes Pigment besitzen.

2. *Physarum sinuosum* BULL.[1])

Die Fructification tritt entweder in Form von Einzelfrüchten oder in Gestalt von Plasmodiocarpien auf. Letztere ahmen die Form schmaler, erhabener, meist schlangenartig hin- und hergebogener Adern nach. Bald sind sie einfach, bald verzweigt, und mitunter selbst netzaderig. Ihre Ausdehnung wechselt je nach der Grösse des ursprünglichen Plasmodiums und hängt auch noch von dem Umstande ab, ob das Plasmod sich vor der Fructification fragmentirte oder nicht. Auf grösseren Blättern habe ich sie bis Decimeterlänge und darüber erreichen sehen; in andern Fällen erreichte das Maass kaum einen Centimeter.

Die einfache Sporocystenform nimmt die Gestalt von sitzenden, seitlich zusammengedrückten und daher kammartig erhabenen, in der Regel mit ein oder mehreren Biegungen oder Buchten (daher *sinuosum)* versehenen Lirellen an, die in einer der Rückenmittellinie entsprechenden Fissur aufspringen. Durch diese Momente erinnern die Früchtchen lebhaft an die Ascusfrüchte von *Hysterium* unter den Pilzen, sowie an die *Graphis*-Arten unter den Flechten. Uebrigens gehen einfache Früchtchen und Plasmodiocarpien so unmerklich in einander über, dass man oft nicht entscheiden kann, ob ein verlängertes Früchtchen oder ein Plasmodiocarp vorliegt. An schmalen Substratstheilen wie z. B. feinen Grashälmchen herrscht gewöhnlich die Einzelfrucht, an dickeren Zweigen und breiteren Blättern die Plasmodiocarpienform oder beide sind hier zugleich vorhanden. Umhüllt wird die weissgraue bis schwarzgraugelbliche Cyste von einer Doppelmembran, deren äussere, zerbrechliche reichlich Auflagerungen von Kalk enthält, die in Häufchen auftreten und mit der Lupe betrachtet als feine weisse Flecken sichtbar sind, deren innere dagegen zart und wenig kalkreich ist. Eine Columella fehlt durchaus. An dem reichmaschigen Capillitium bemerkt man sehr zahlreiche grosse kalkführende Knoten von unregelmässig-eckiger Gestalt und kreide weisser Farbe. Die Sporen zeigen dunkel-braunviolette Färbung, eine fein

[1]) BULLIARD, Champignons de la France, tab. 446. Fig. 3. FRIES, Syst. myc. III, pag. 145. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 112. — COOKE, Myxomyc. pag. 14.

Digitized by Google

punktirte derbe Membran und einen Durchmesser von 9—12 mikr. — Auf todten Blättern und Aesten im Sommer eine der gemeinsten Arten. Einzelfrüchtchen gewöhnlich nur 1—2 Millim. hoch und mehrere Millim. lang.[1])

3. *Physarum virescens* DITTM.[2])

In Färbung und Configuration erinnern die von mir beobachteten Plasmodien an diejenigen von *Leocarpus*. Sie sind nämlich leuchtend gummiguttgelb und baum-netzartig verzweigt. Sie überziehen Kiefernnadeln, Moose u. dergl. Zum Zweck der Fructification sammelt sich das Plasma zu 1 bis mehrere Millimeter im Durchmesser haltenden Häufchen an, deren jedes sich in sehr zahlreiche (oft Hunderte) mit blossem Auge einzeln kaum unterscheidbare, dicht gedrängte stiellose Früchtchen umbildet. Ihre Kugelform wird durch die dichte Lagerung häufig etwas modificirt. Die Färbung dieser Sporocysten geht aus dem Gelben ins leuchtend- oder schmutzig gelbgrüne bis grünbläuliche oder moosgrüne über und wenn die Fruchtcolonien auf Moosen sich entwickeln, sind sie von letzteren in der Färbung fast kaum zu unterscheiden und werden leicht übersehen. Der sehr zarten, unregelmässig aufspringenden Membran ist Kalk in Form von Gruppen bildenden Körnern eingelagert. Diese Gruppen, von dem gelben Farbstoff tingirt, erscheinen, mit der Lupe betrachtet, als winzige gelbe Flecken oder Wärzchen. Wie es scheint kommt das Capillitium mit den Kalkknoten meistens nur spärlich zur Entwicklung. Die diluirt-violettbraunen, kugeligen, glatten Sporen messen 8—10 Mikr.

Gattung 2. *Craterium* TRENTEPOL.

Eine Kenntnis der vegetativen Zustände, namentlich des Plasmodiums fehlt noch. Die Früchte zeigen charakteristische Gestalt und Struktur. Sie sind stets gestielt, zierlich kelchförmig, oder kreiselförmig. Bei jenen erscheint der scheitelständige Theil flachgedrückt, einen trommelfellartigen Deckel bildend, der sich bei der Reife in einem Stück ablöst; bei diesen wird er als eine schwach gewölbte Kappe durch einen Querriss abgesprengt. Die Fruchtwand zeigt derbe, pergamentartige Beschaffenheit, mamentlich bei den Arten mit Becherfrucht. Man kann zwei Schichten derselben unterscheiden, eine innere mit Kalkkörnchen durchsetzte und eine äussere körnchenlose. Bisweilen finden sich wenigstens in der grösseren oberen Hälfte, besonders am Deckel Kalkauflagerungen aus Körnchen bestehend, die eine förmliche weisse Kruste bilden können. Das sehr unregelmässige Maschensystem des Capillitiums besitzt einen riesigen centralen Capillitiumknoten (von ROSTAFINSKI als Columella bezeichnet) von unregelmässiger Gestalt, der gleichfalls reichlich Kalkkörnchen enthält. Die hierher gehörigen, wegen ihrer geringen Grösse leicht zu übersehenden Formen bewohnen vorzugsweise todte Blätter und Stengel und kriechen von hier aus zufällig auch auf andere todte und lebende Körper.

Der gemeinste Repräsentant dieser Gattung ist:

1. *Cr. leucocephalum* PERS.[3])

Die zierlich kreisel- oder birnförmigen Früchtchen (Fig. 15, I) sind mit kurzem rothraunen stark gefalteten Stiel versehen, an der Basis derb, gleichfalls Faltung

[1]) Die Art geht auch unter dem Namen *Angioridium sinuosum* GREV.

[2]) FRIES, Systema myc. III, pag. 142. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 103. — COOKE, Myxomycetes. pag. 13.

[3]) FRIES, Syst. mycol. III, pag. 153. — CORDA, Icones, VI. tab II, Fig. 33 unter *Cr. pruinosum*. — ROSTAF., Monographie, pag. 123. Taf. VI. Fig. 98 und 100. — COOKE, Myxom.

Digitized by Google

aufweisend und rothbraun gefärbt, nach oben hin durch Incrustation mit Kalkkörnchen weiss oder grauweiss, zerbrechlich. Durch einen Querriss wird eine niedrige Kappe abgesprengt (Fig. 15. Ia) und dadurch das Capillitium mit seinen leuchtendweissen Kalkblasen frei gelegt. Bisweilen sind die Blasen sammt ihren Kalkkörnchen und ebenso auch die Capillitiumstränge intensiv schwefelgelb gefärbt. An den kugeligen, braun-violetten Sporen, deren Grösse etwa zwischen 6 und 14,5 mikr. schwankt, gewahrt man eine bisher übersehene feine Wärzchenskulptur, die durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure noch deutlicher wird.

2. *Cr. vulgare* DITM.[1])

Die im Gegensatz zu voriger Art zierlich kelchförmige Früchten (Fig. 13, II III) besitzen eine derbere, resistentere, kastanien-,nuss-,gelbbraune oder schmutzig-gelbe Färbung und sind mit Ausnahme eines schwachen Anfluges des flachen Deckels frei von Kalkauflagerungen. Der Stiel ist heller oder dunkler gelbbraun gefärbt, kaum gefaltet, das Capillitium farblos, die Sporenhaut mit feinen Wärzchen bedeckt.

Gattung 3. *Badhamia* BERKELEY.

Ueber die vegetative Entwicklung der hierhergehörigen Formen fehlen noch Beobachtungen. Die Sporocysten stellen kugelige oder birnförmige, mit oder ohne Stiel versehene Behälter dar. Im Gegensatz zu *Leocarpus* ist ihre Membran einfach, dünn, auch mit Kalkeinlagerungen in Form von Körnchen ausgestattet. Sie springt bei der Reife unregelmässig auf. Das Capillitium besitzt wohl entwickelte, kalkführende Knoten und Platten von sehr unregelmässiger Form. Ein centraler Knoten erlangt bei gewissen Arten besonders grosse Dimensionen (Columella). Die Sporen besitzen relativ beträchtlichen Durchmesser (9—18 mikr.) und besitzen höchstens Wärzchenskulptur. Alle Badhamien leben in und auf todtem Holz, Zweigen, Lohe etc.

B. panicea ROST.[2])

Ihre Sporocysten sind kugelig, stets ungestielt und gewöhnlich in zierliche, niedergedrückt-maulbeerförmige, etwa 2—5 Mm. und mehr im Durchmesser haltende Gruppen zusammengestellt (Fig. 51, A), selten vereinzelt. Durch gegenseitigen Druck werden die kleinen etwa ½—1 Mm. messenden Früchtchen oft etwas abgeflacht. Ihre Membran erscheint sehr dünn, durch Gruppen von Kalkkörnchen nimmt sie ein gescheckes Aussehen an (Fig. 51, B). Die Capillitiumstränge bilden ein unregelmässiges Netz mit bald weiteren, bald engeren Maschen. Die Knoten (Fig. 51, C) sind flächenartig oder von der Form seitlich etwas zusammengedrückter Blasen (wovon man sich bei Rollung überzeugen kann). Ihre Form ist sehr unregelmässig, meistens ausgesprochen gezähnt, gezackt oder selbst schmal-gelappt. Da sie Kalkkörnchen eingelagert enthalten, so stechen sie bei schwacher Vergrösserung als kreideweisse Körper scharf gegen die schwarze Sporenmasse ab. Die braunvioletten, kugeligen oder kurz-ellipsoidischen Sporen sind glatthäutig und messen 9—13 mikr. im Durchmesser. Wurde auf Lohe beobachtet.

---

of Gr. Brit. pag. 19. Die obige Beschreibung ist nach schönen Exemplaren entworfen, die aus RABENH.-WINTER, Fungi europ. No. 674 stammen (dort unter *Cr. turbinatum* etc).

[1]) ROSTAFINSKI, Monog., pag. 118, Fig. 94 und 96. — COOKE, Myxomycetes, pag. 18.

[2]) Die vorliegende Art, die ich der Güte des Herrn Prof. DIDRICHSEN in Kopenhagen verdanke, dürfte wohl mit *B. panicea* ROSTAFINSKI, Monogr. Fig. 116 und COOKE, Myxom. of Gr. Brit. pag. 28 identisch sein.

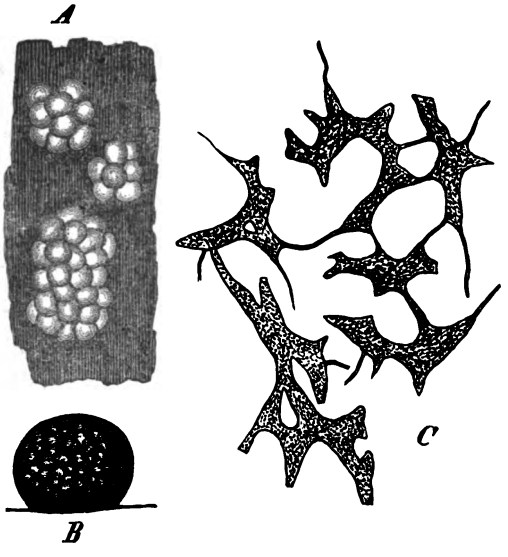
Digitized by Google

Gattung 4. *Leocarpus* Link.

Die Früchte sind mit doppelter Membran versehen, einer inneren allseitig geschlossenen und einer äusseren, dickeren, die sich in den Stiel, oder beim Fehlen desselben, in den Hypothallus fortsetzt. Das Capillitium ist reich netzartig verzweigt und mit unregelmässigen, kalkführenden Knoten versehen. Columella-Bildung wird stets vermisst.

1. *Leocarpus fragilis* Dick.[1])

Er repräsentirt einen der gemeinsten Myxomyceten, der namentlich in Kieferwäldern auf Nadeln, Zweigen, Moosen, Blättern etc. ausserordentlich häufig auftritt[2]) Seine Plasmodien, mit leuchtend gelbem Farbstoff tingirt, zeigen reiche netzartige Auszweigung und erreichen oft über einen Decim. im Durchmesser, auf ihm entstehen dadurch, dass das Plasma sich an zahlreichen Punkten zusammenzieht, die meist dichte Gruppen bildenden Sporocysten, welche verkehrteiförmige, glänzend-gelbbraune, bald länger bald kürzer gestielte, bisweilen sitzende Körper darstellen, im Habitus an manche Trichien *(Tr. Fallax)* erinnernd. Vollkommen reife Früchtchen springen stets ziemlich regelmässig sternförmig auf, und die Lappen krümmen sich dergestalt zurück, dass das Ganze, ähnlich wie bei *Didymium Trevelyani* Grev. einer Blumenkrone gleicht, aus deren Mitte nun die bräunlichgraue Sporen- und Capillitienmasse hervorragt.



(B. 497.) Fig. 51.

Badhamia panicea. A 10fach. Rindenstückchen mit 3 maulbeerförmigen Gruppen von Sporocysten. B 30fach. Eine Sporocyste, durch Gruppen von Kalkkörnern gescheckt aussehend. C Stückchen des Capillitiumsystems (ca. 100fach).

In der Wandung ist der Kalk in Form von Körnern enthalten, die violettbraun gefärbten Sporen zeigen Wärzchenskulptur und messen 12—15 mikr.

Gattung 5. *Tilmadoche* Fr.

Seine Repräsentanten fructificiren nur in stets gestielten, mit einfacher unregelmässig aufspringender, zarter Wandung versehenen Sporocysten, denen die Columella fehlt. Auf der Membran finden sich, wie in den Capillitiarknoten, Kalkablagerungen in Form spindelförmiger Körner.

1. *T. mutabilis* Rost.

Ihre kugeligen, oder von unten her etwas zusammengedrückten gummiguttgelb, gelbgrün oder orangeroth gefärbten Sporocysten stehen, auf einem relativ

[1]) = *Leocarpus vernicosus* Link. Obs. I, pag. 25. = *Diderma atrovirens* Fries, Syst. myc. III, pag. 103.

[2]) In einem grösseren pommerschen Kiefernwalde fand ich im April 1882 fast jeden Baum am Grunde mit Fructification des *Leocarpus* besetzt.

Digitized by Google

langen dünnen, pfriemlichen, gelb bis braun gefärbten Stiel. Auch in den kalkführenden meist rundlichen, oder länglichen (nicht scharf eckigen) Capillitiarknoten ist gelber Farbstoff abgelagert, während die übrigen Theile des Capillitiums ungefärbt erscheinen. An todten Stengeln, Holz etc. nicht selten.

Gattung 6. *Fuligo* Hall.

Fructification in berindeten Aethalien. Rinde sehr kalkreich, Capillitien wohlentwickelt, mit unregelmässigen Kalkknoten.

1. *Fuligo varians* Sommerfeld[1]) = *Aethalium septicum* Link.

Tritt besonders häufig auf Lohehaufen der Gerbereien und Gewächshäuser auf (daher Lohblüthe genannt), ist aber auch sonst auf faulenden Holztheilen, namentlich auf Eichen- und Kiefernstümpfen, überall in der warmen Jahreszeit anzutreffen. Der Plasmodienzustand stellt ein reichverzweigtes Netzwerk dar, zeigt gummiguttgelbe Färbung und erreicht 1 Decim. und mehr im Durchmesser. Die Plasmodien durchkriechen das Substrat und sammeln sich später zum Zwecke der Fructification an der Oberfläche desselben in Form von oft fussbreiten, rahmartigen glänzend gelben Massen an, indem sie neben und übereinander kriechen und ihre Zweige sich verflechten und vielfach anastomosiren. So entsteht der junge Fruchtkörper (Aethalium). Anfangs haben alle Theile des Geflechtes gleichen Bau, später aber wandert aus der peripherischen Schicht des Geflechtes alles körnige Plasma nach dem innern Theile des Fruchtkörpers, sodass nur die hyaloplasmatischen Hüllen, nebst Kalk und Farbstoff zurückbleiben, die später collabirend und eintrocknend die gelbe bis braune, selten farblose Rinde bilden.

In Folge des Zuzuges von Plasma schwellen die Plasmodienäste des Fruchtinneren nicht unbeträchtlich an, nunmehr dicht zusammenschliessend, und bald darauf sich nach dem Physareentypus ausbildend, indem sie eine Wandung, ein netzförmiges mit unregelmässigen Kalkblasen versehenes Capillitium und kuglige violettbraune Sporen erhalten. Diese Aethalien zeigen die Kuchenform und sehr schwankende Dimensionen. Oft überschreitet ihr Durchmesser kaum 1 Centim., oft geht er über drei Decim. hinaus.

Unter gewissen äusseren Bedingungen (Austrocknen des Substrates oder Kälteeinwirkungen) gehen die Plasmodien nicht selten Sclerotienbildung ein. Diese Körper stellen Knöllchen oder knotenförmige, oft gekröseartige Massen dar und sind oft ähnlich wie die Fruchtkörper, von bedeutender Grösse. Das Innere dieser, zuerst von de Bary beobachteten Körper, zeigt sich zusammengesetzt aus zahllosen, meist $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{27}$ Millim. grossen rundlichen oder durch gegenseitigen Druck eckigen Zellen. Da der Inhalt derselben später erstarrt, so erhält das Ganze hornartig-spröde Consistenz.

Ueber das physiologische Verhalten der Plasmodien, Fruchtkörper und Sclerotien vergleiche Abschnitt 2, pag. 70 ff. 76, 79, 81—84, 87, 92.

Gattung 7. *Aethaliopsis* Zopf.

Früchte wie bei *Fuligo* in Aethaliumform, mit wenig entwickelter stark verkalkter Rinde. Capillitium sehr reich netzmaschig, und sehr reich an unregel-

[1]) Literatur: de Bary, Myzetocoen, pag. 68 und pag. 11. — Rosanoff, Sur l'influence de l'attraction terrestre des Plasmodes des Myxomycètes (Mem. de la Soc. des sc. nat. de Cherbourg 1868). — Stahl, Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884. — Jönsson, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. 1883. — Rostafinski, Monographie, pag. 134. — Reinke und Rodewald, Studien über das Protoplasma. 1881.

Digitized by Google

mässigen Kalkblasen. Sporen im Gegensatz zu allen andern Calcariaceen ellipsoidisch, niemals kugelig.

1. *Aeth. stercoriformis* Z.

Die Fruchtkörper (Fig. 26, VII) haben eine sehr täuschende Aehnlichkeit mit Hühnerkoth. Die von mir auf faulenden Blättern bei Berlin gefundenen Specimina sind sehr variabel in Form und Grösse. Manche zeigen nur wenige Millim., andere mehrere Centim. im Durchmesser; die meisten, grösseren sind wurstförmig, ihrer ganzen Länge nach mit breiter Basis dem Substrat aufsitzend, höckerig-uneben (Fig. 26, VII). Umgeben mit dünner, kalkreicher, kreideweisser, sehr zerbrechlicher Rinde, zeigen sie im Innern ein grauweisses Capillitium, das in seinen Knoten reich an Kalkkörnchen erscheint. Ein Hypothallus ist nur schwach entwickelt. Die ellipsoidischen braunen Sporen, mit feinen Wärzchen dicht besetzt, besitzt eine Länge von 10,5 bis 18,5 mikr. bei einer Dicke von 9,3 bis 14,5 mikr.

Fam. 2. Didymiaceen Rost.

Die Capillitien stellen stets schlanke überall etwa isodiametrische Stränge dar, welche direct von dem unteren Theile der Wandung (oder der Columella) nach dem oberen und in Richtung von Radien verlaufen oder auch parallel gestellt sind (Fig. 13). Die nicht häufigen Seitenzweige gehen in der Regel unter spitzem Winkel von den Hauptsträngen ab. Ihre Insertionsstellen sind gewöhnlich nicht erweitert. Hie und da tritt Anastomosenbildung ein. Nach dem Gesagten folgen die Didymiaceen-Capillitien dem Radientypus (pag. 43). Nur ausnahmsweise umschliessen die Stränge Kalkmassen und erscheinen dann an den betreffenden Stellen aufgetrieben (Fig. 35, A). Die Columella, wo eine solche vorhanden, ist niemals in Form einer die ganze Sporocyste durchziehenden Säule vorhanden. Kalk wird ausser in den Capillitiumsträngen noch vorzugsweise auf resp. in der Wandung, der Columella, dem Stiel oder dem Hypothallus eingelagert, entweder in Form von Krystallen oder in Körnerform. Bei weitem vorherrschend ist die einfache Sporocystenform, Plasmodiocarpien- oder auch Aethalienbildung kommt nur ausnahmsweise vor. In perpendiculärer Richtung stark entwickelte Früchtchen, wie sie die Spumariaceen zeigen, fehlen, wie es scheint, gänzlich.

Gattung 1. *Didymium.*

Bei den meisten Vertretern erfolgt die Fructification unter der Form einfacher Sporocysten, bei einigen wenigen immer, oder unter bestimmten äusseren Verhältnissen, in Gestalt von Plasmodiocarpien. Dabei erscheinen die Früchte entweder monoderm (mit nur einer Cystenhaut: Fig. 13, B) oder diderm (mit 2 Häuten: Fig. 11, I) und daher wurde letztere Form früher in die alte Gattung Diderma gestellt. Das Aufspringen der Früchte erfolgt meist unregelmässig, und nur bei wenigen Repräsentanten reisst die Membran regelmässig-sternförmig auf. *(D. Trevelyani* Grev., *D. floriforme* Bull.) Der Cysten-Haut ist Kalk auf- oder eingelagert in Form von Drusen oder Körnern, nicht aber in Schuppen. Wo eine Columella vorhanden wölbt sie sich breit, seltener als Keule in die Sporocyste hinein (Fig. 13, B). Bei einigen Arten *(D. physarioïdes* Pers. und *D. (Chondrioderma) spumarioïdes* Fr., Fig. 12, III und IV) kommt der Hypothallus (h) zu besonderer Entwicklung. (Ich ziehe hierher auch die Gattung *Chondrioderma* Rost., weil ihre Charaktere nicht zu einer Trennung von *Didymium* ausreichend sind).

Digitized by Google

1. *D. farinaceum* SCHRADER[1]).

Die Plasmodien dieses auf faulenden Pflanzentheilen gemeinen Mycetozoums erscheinen von zierlich baumförmiger Configuration und weisser Färbung. Bisweilen erreicht ihr Durchmesser zwei Centim. Sie fructificiren mit Vorliebe auf benachbarten Pflanzentheilen und zwar stets in Form einfacher Sporocysten. Letztere sind etwa senfkorngross, hemisphärisch, unterseits deutlich genabelt und bald länger oder kürzer gestielt oder auch völlig stiellos (Fig. 13 A, B.). Ihre einfache homogene Haut, meist durch violette Felder marmorirt, erscheint auf der Ausenfläche wie mit Mehl bestäubt, in Folge von Kalkablagerungen in Form zierlicher, meistens morgensternförmiger Drusen (Fig. 35, B). Wo ein Stiel vorhanden, ist derselbe von der Sporocyste getrennt durch eine dunkelbraune, meist convexe, als Columella sich in die Frucht hineinwölbende Haut (Fig. 13, B). Von ihr aus strahlen die dünnen, spärlich und spitzwinklig verzweigten, hier und da anastomosirenden, meist wellig gebogenen Capillitiumstränge (Fig. 13, C), die, wenigstens in manchen Früchten, stellenweis blasige Auftreibungen besitzen und dann an solchen Stellen in der Regel grössere oder kleinere Kalkdrusen von der verschiedensten Grösse und Form einschliessen (Fig. 35, A bei d). Auch der zellige Raum zwischen Columella und Stiel enthält meist Gruppen von Kalkkörnchen, während der schwarze Stiel kalkfrei zu sein scheint. Die Sporen sind braunviolett, mit Wärzchenskulptur versehen, 10 — 13 mikr. im Durchmesser haltend.

2. *D. complanatum* BATSCH = *D. Serpula* FRIES.[2])

Abweichend von andern Didymien besitzen die Plasmodien dieser minder häufigen Art ein hellgelbes Pigment. Die Fructification erfolgt in Plasmodiocarpien, welche aderförmige, meist verzweigte Schläuche darstellen von einfacher, oder durch Verzweigung und Anastomosenbildung unregelmässig-netzartiger Configuration, wodurch sie an *Cornuvia serpula* und *Hemiarcyria serpula* erinnern. Die Columella fehlt. Infolge vielfacher Verzweigung und Anstomosirung stellt das Capillitiumsystem ein relativ dichtes Netz dar; in den Maschen desselben finden sich, wie DE BARY zuerst nachwies, die bereits auf pag. 77. besprochenen kugeligen Excretbehälter (Pigmentzellen DE BARY's), die als Inhalt körnige Massen und einen gelben Farbstoff führen, während ihre Membran violettbraune Tinction zeigt. Sie erinnern an die Excretblasen von *Lycogala flavofuscum* (Fig. 23, A, i). An Grösse übertreffen sie die nur 7—8 mikr. messenden violettbraunen skulpturlosen Sporen ums Vielfache. Ueberdies stehen sie meistens mit den Capillitiumsträngen in Verband. Dass sie nicht Zellen im eigentlichen Sinne, etwa abnorm grosse Sporen darstellen, geht wie früher bereits erwähnt, daraus hervor, dass sie weder einen Kern, noch Plasma führen.

3. *D. difforme* PERS.[3])

Eine überall sehr gemeine, todte Stengel und Blätter bewohnende, auch auf Excrementen der Pflanzenfresser häufige Art, die historisch ein besonderes In-

[1]) Literatur: DE BARY, Mycetozoen. pag. 6. 9. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 153.

[2]) Literatur: BATSCH, Elenchus fungorum. pag. 251, tab. 170. — FRIES, Systema myc. III. pag. 126. — DE BARY, Mycetozoen, pag. 9. 11. 61. ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 151. — COOKE, Myxomycetes. pag. 30 (unter *D. complanatum*).

[3]) Literatur: DE BARY, Mycetozoen, pag. 124 (unter *Didymium Libertianum*). — FRESENIUS, Beitr. z. Mycol. pag. 28 unter *Diderma Libertianum*). — LIBERT, Plant. crypt; Ardenn: fasc. III (unter *Diderma liceoides* FR.) — CIENKOWSKI, Das Plasmodium, PRINGSH. Jahrb. III (unter *Phy-*

Digitized by Google

teresse besitzt, insofern als an ihr zuerst die (pag. 25, Fig. 7, dargestellte) Entwicklungsweise des Fusionsplasmodiums seitens CIENKOWSKI's demonstrirt ward.

Die den Sporen entschlüpften Schwärmer gehen unter ungünstigen Verhältnissen einen Mikrocysten-Zustand ein (vergl. pag. 90). Unter günstigen werden sie zu Amoeben, die zu einem farblosen, reich verzweigten, baum — netzförmigen, mitunter spannengrossen Plasmodium zusammen treten. Auf ihm entstehen, durch Ansammlung der Plasmamasse an den verschiedensten Punkten, zahlreiche Sporocysten, welche stets mit breiter flacher Basis dem Substrat aufsitzen, und von oben gesehen kreisförmig, elliptisch, bisquitförmig, lirellenartig oder auch ganz unregelmässig erscheinen. Ihr grösster Diameter beträgt etwa $\frac{1}{8}$ bis 3 Mm; indessen findet man, namentlich auf dünnen Pflanzenstengeln auch sehr häufig stark in einer Richtung verlängerte Früchtchen, die schon mehr plasmodiocarpen Charakter tragen.

Vertikalschnitte durch die Frucht (Fig. 11, I) lassen eine doppelte Wandung erkennen, eine zarte, farblose (oder am Grunde gebräunte), freie Innenhaut (s) und eine dickere, durch Incrustation mit unregelmässig eckigen Kalkstückchen weissgefärbte Aussenhaut (pr). An der Basalflächen der Sporocyste vereinigt, sind sie an der dem Substrat abgewandten Seite meist durch einen weiten Zwischenraum getrennt, höchstens am Scheitel verwachsen. Von der Basalfläche verlaufen radienartig gestellte Stereonemen, hie und da mit spitzen Winkeln verzweigt, und mit der innern Fruchtwand verwachsen. Uebrigens gehört *D. difforme* zu denjenigen Mycetozoen, bei denen häufig Reductionen des Capillitiums eintreten: in manchen Früchten wird man nur wenige Stränge in noch anderen keine Spur derselben finden. Eine Columella wird stets vermisst. Zwischen den normal kugeligen, etwa 10—15 mikr. messenden, glatten, violettbraunen Sporen, kommen häufig abnorm grosse und anders geformte vor, in deren Inhalt überdies Nahrungsreste eingeschlossen sein können (Vergl. pag. 53).

Gattung 2. *Lepidoderma* DE BARY[1]).

Hierher gehören diejenigen Didymiaceen, deren Sporocysten eine eigenthümliche Form der Incrustation ihrer Fruchtwand zeigen, nämlich Bildung von regel- oder unregelmässigen Schüppchen oder Schilderchen (Fig. 35, D). Im Uebrigen machen sich besondere Unterschiede gegenüber der vorigen Gattung nicht bemerkbar. Die Früchtchen sind bald in Sporocysten (Fig. 35, D), — bald in Plasmodiocarpienform (Fig. 25, C) entwickelt, im ersteren Falle mit oder ohne Stielbildung versehen. Bei der Plasmodiocarpienform unterbleibt die Columellenbildung. Das Aufspringen erfolgt regelmässig.

Hierher gehört z. B. das in der Plasmodiocarpien-Form bekannte *L. Carestianum* RABENH. (Fig. 25, C) mit einfacher, bis mehrere Centim. und 1—5 Millim. breiter flachpolsterförmiger Fructification, und *L. tigrinum* (SCHRAD) mit gestielten, halbkugelförmigen, unterseits stark genabelten Sporocysten; letzteres auf Moosen, Blättern, Holz nicht selten (Vergl. Fig. 35, D).

Fam. 3. Spumariaceen ROST.

In diese kleine Familie gehören einige Calcariaceen mit verlängerten einfachen oder verzweigten und dann zu Aethalien verbundenen Früchtchen. Letztere

sarum album). — ROSTAFINSKI, Monogrpahie, pag. 177 (unter *Chondrioderma).* — COOKE, Myxomyceten pag. 39.

[1]) ROSTAFINSKI, Monographie pag. 187. — COOKE, Myxomycetes, pag. 43.

Digitized by Google

werden fast in ihrer ganzen Länge von einer Columella durchzogen, welche sammt dem etwa vorhandenen Stiel als Ablagerungsstätte für Kalk dient. Von ihr aus entspringen die im Allgemeinen nach dem Radien-Typus geordneten, z. Th. an die Didymiaceen, z. Th. an die Stemoniteen erinnernden, mit braunem Farbstoff tingirten Capillitiumstränge. Die Fruchtwand zeichnet sich durch ihre Zartheit aus und enthält theilweise Kalk in Krystallen oder Körnern auf- oder eingelagert.

Gattung 1. *Spumaria* Pers.

Die Aethalien stellen strauchartig-verzweigte Körper dar; eine eigentliche Rinde, wie sie z. B. bei *Fuligo varians* und *Lycogala* vorkommt, fehlt, oder ist nur bei gewissen Formen vorhanden, doch erscheint im ersteren Falle die einfache Haut der Einzelfrüchte bisweilen stark mit Kalk incrustirt und dann etwa rindenartig. Der Gestaltung der Einzelfrüchte entsprechend geht natürlich auch die Columella Verzweigungen ein. In ihrer Verzweigungsweise erinnern die Capillitienstränge an die Didymiaceen.

1. *Spumaria alba* Bull.[1])

Die weissen Plasmodien dieser gemeinen Art kriechen in Menge zusammen, um relativ grosse, bis 2 Centim. und darüber hohe und an Zweigen oft Decimeter lange dendritische Aethalien zu bilden, deren Membran durch Kalkablagerungen schneeweisse Färbung annimmt und sehr zerbrechlich wird. Mitunter tritt, wenn die Zweige dick und kurz werden, die Strauchform zurück. Die dunkelbraunen Capillitiumstränge verzweigen sich unter spitzen Winkeln und anastomosiren hie und da. Ihre einerseits der Columella, andererseits der Wandung angefügten Enden sind schmal und farblos.

In den von mir untersuchten Fällen waren die Capillitien durch zierliche knotenförmige Verdickungen ausgezeichnet, deren andere Beobachter nicht erwähnen. Die in Menge schwarz aussehenden, unter dem Mikroscop violettbraun erscheinenden kugeligen Sporen weisen deutliche Wärzchen-Sculptur auf und messen etwa 12—15 mikr.

Gattung 2. *Diachea* Fries.[2])

Von *Spumaria* ist dieses Genus dadurch verschieden, dass die Sporocysten zierliche, einfache Früchtchen bilden, die mit deutlichem Stiel versehen sind. Hierzu kommt noch der *Comatricha*-artige Charakter des Capillitiums, der sich darin ausspricht, dass die Capillitiumstränge ziemlich auffällige Biegungen machen, sich im Allgemeinen nicht unter spitzen Winkeln verzweigen und durch sehr reiche Anastomosenbildung ein Netzwerk formiren.

1. *D. leucopoda* Bull.[3])

Die Gattung wird nur von dieser einen Species (= *Diachea elegans* Fr.) repräsentirt, deren lebhaft wandernde, milchweisse Plasmodien zierlich aderige Netze von relativ beträchtlicher Grösse (oft eine Spanne breit) bilden und mit Vorliebe auf lebende Pflanzen hinaufkriechen, um daselbst zu fructificiren. Zur Zeit dieses von Fries beobachteten Prozesses sammelt sich das Plasma an den

---

[1]) Fries, Systema III, pag. 94. — Rostaf., Monogr., pag. 191. — Cooke, Myxom., pag. 45.

[2]) Fries, Systema myc. III, pag. 155. —

[3]) Bulliard, Champignons de la France, pag. 121, tab. 502. Fig. 2. — Fries, Systema myc., pag. 155. — Corda, Icones V, tab. 3. — de Bary, Mycetozoen, pag. 14. — Rostafinski, Monographie, pag. 190. — Cooke, Myxomycetes, pag. 44.

Digitized by Google

verschiedensten getrennten Punkten, etwa ähnlich wie bei *Didymium difforme*, zu kleinen halbkugeligen weissen Tröpfchen an, die sich erheben und einen Stiel bilden, an welchem die Plasmamasse hinaufkriecht, um die cylindrische, an *Stemonitis* erinnernde Sporocyste zu bilden. Anfangs weiss nimmt sie später Gelbfärbung an, um zuletzt schwarz zu werden, während der dicke kugelige Stiel durch weisse Färbung lebhaft mit ihr contrastirt. Der ganze Apparat erreicht meist eine Länge von 2 Millim. Jene weisse Färbung des Stieles beruht auf der Einlagerung von Kalkkörnern, die sich im centralen Theile finden und diesen opak erscheinen lassen, während die ihn überziehende Haut kalkfrei und glashell bleibt. Auch in der die verschmälerte Fortsetzung des Stieles bildenden Columella erfolgt reichliche Kalkablagerung, sodass auch sie milchweiss erscheint. Von ihr aus entspringen zahlreiche braune[1]) Capillitiumstränge, welche ein reichmaschiges Netzwerk von *Comatricha*-artigem Charakter bilden. Zwischen ihnen liegen die violettbraunen kugeligen, glatten, etwa 8 mikr. messenden Sporen. Im grösseren oberen Theile bildet die Sporocystenmembran ein sehr zartes, gerunzeltes, glashelles, irisirendes Häutchen, das nach der Reife bald obliterirt. Im kleineren unteren Theile tritt derbere Beschaffenheit zu Tage, hier ist meistens auch schwache Kalkeinlagerung und daher eine weissliche Färbung vorhanden. Dieser Theil bleibt dann auch, während der obere untergeht, bestehen, ähnlich wie bei den Arcyrien.

II. Amaurochaetaceen Rost.

Sie differiren von den Calcariaceen sehr wesentlich darin, dass ihre vegetativen Zustände und demgemäss auch die Fructification keinen Kalk führen. Das Capillitium folgt dem Baumtypus (Fig. 16, B) oder dem Strauchtypus (Fig. 17, B), die im morphologischen Theile näher charakterisirt wurden.[2]) Die Columellen ragen meist in Form von Säulen oder Platten in die Sporocysten oder Aethalien hinein. Capillitium, Columella, Sporen und Wandung der Früchte sind meist gleichartig und zwar (mit Ausnahme von einigen Lamprodermen) in dunklen Tönen (bräunlich bis schwarz) gefärbt.

Fam. 1. Stemoniteen Rost.

Charakteristisch ist zunächst die Fructification in einfachen Sporocysten; Plasmodiocarpien und Aethalienbildung fehlt durchaus. Ohne Ausnahme findet eine Stielbildung an den Sporocysten statt, der Stiel setzt sich als lange borstenförmige Columella in die Frucht fort. Von ihr aus entspringen in ihrer ganzen Länge zahlreiche Capillitiumstränge, wie an einem Baumstamm die Zweige (Baumtypus). Sie gehen meist reiche Verzweigung und Anastomosenbildung ein.

Gattung 1. *Stemonitis* Gleditsch.

Die Plasmodien sammeln sich zu kleineren oder grösseren, meist kuchenförmigen Massen an, welche auf dem Substrat eine dünne, meist derbe Haut (Hypothallus) abscheiden. Sodann contrahirt sich die Masse und nun tritt die Bildung von dicht gedrängten, stets cylinderförmigen Früchtchen auf), die in ihrer ganzen oder fast ganzen Länge von der Columella, dem verschmälerten Ende des Borstenform zeigenden Stieles, durchzogen werden und einen Rohrkolben *en miniature* darstellen (Fig. 28, b). Von der Columella aus gehen zahl-

[1]) Weisses Capillitium, wie es Rostafinski anführt, habe ich nie sehen können.

[2]) pag. 45.

Digitized by Google

reiche Zweige, deren letzte Verästelungen in der oberflächlichen Region der Sporocyste ein unregelmässiges Maschennetz bilden; die äussersten Aestchen, die ziemlich dünn erscheinen, stehen mit der sehr leicht vergänglichen Membran in Verbindung.

1. *St. ferruginea* EHRBG.[1])

Die von FRIES gesehenen Plasmodien sind citronengelb, und stellen nach DE BARY unmittelbar vor dem Beginn der Fructification unregelmässig-gelappte, höckerige Körper dar, welche 1—3 Millim. dick und oft bis über 5 Centim. breit sind. Beobachtet man einen solchen Körper andauernd, so sieht man die Höcker auf seiner Oberfläche allmählich schärfer hervortreten und letztere nach wenigen Stunden mit cylindrischen, vertical stehenden Warzen dicht bedeckt: es sind die jungen Früchte, die mit zahlreichen stumpfen durchsichtigen und radialgestreiften Papillen bedeckt erscheinen. Die Papillen dicht benachbarter Früchtchen stehen in Berührung miteinander. Später, wenn die Früchtchen den Stiel bilden, werden sie schmutzigröthlich, dann rostbräunlich oder zimmetfarben und etwa 1—1,5 Centim. hoch. Ihr schwarzer Stiel erreicht nicht selten die Länge der Sporocyste, ist aber sehr häufig kürzer als dieselbe, oft von auffallend geringer Länge. Im Gegensatz zu der folgenden Art erscheint die Sporenfärbung lebhaft schmutzig rostroth bis rostbräunlich, auch die Färbung der Capillitiumstränge weniger dunkel. An den ziemlich kleinen, nur 5,3—6,5 mikr. messenden, sehr dilurirt hellbräunlichen Sporen vermisst man ausserdem eine besondere Skulptur. Die äussersten Aestchen der Capillitiumstränge sind verbunden zu einem ziemlich engmaschigen Netzwerk.

St. ferruginea repräsentirt eine der gemeinsten Myxomyceten und ist im Sommer an faulenden Baumstümpfen von Kiefern, Pappeln etc. ausserordentlich häufig. Oft findet man die Früchtchen zu grossen, bis 6 Centim. im Durchmesser haltenden Gruppen in dichtester Form zusammengedrängt. In solchen Fällen bleiben die Fruchtstiele gewöhnlich ganz kurz.

2. *St. fusca* ROTH.

Fast eben so häufig wie vorige Art und mit ihr meist an derselben Localität auftretend, unterscheidet sie sich sowohl durch die Färbung ihrer Plasmodien (sie sind weisslich) als auch durch die Färbung der Früchte, die erst weisslich, dann schmutzig-röthlich und endlich dunkelbraun (schmutzig-violett-braun) tingirt sind. Die Grösse der letzteren beträgt gewöhnlich 1—1½ Centim., einschliesslich des an Grösse wechselnden Stieles. Capillitium und Sporen weisen violettbraune Färbung auf; letztere sind grösser als bei der vorigen Art (6,5—8,5 mikr.) und mit deutlicher Wärzchenskulptur versehen.

Gattung 2. *Comatricha* PREUSS.[2])

Die Sporocysten dieser der vorigen sehr nahe stehenden Gattung ahmen entweder die *Stemonitis*-Form nach oder sie sind ellipsoidisch bis kugelig (Fig. 16, A). Am oberen Theile der sich scheitelwärts verschmälernden Columella tritt eine Spaltung in mehrere, stärker als die gewöhnlichen Capillitiumelemente erscheinende, zur Wandung hin divergirende Stränge ein (Fig. 16, B).

[1]) Sylvae Berol., pag. 26, fig. 6. — BULLIARD, Champignons de la France, tab. 477, fig. 1. *Optime!* unter *Trichia axifera* BULL. — DE BARY, Mycetoz., pag. 62. — FRIES, Syst. myc. III, pag. 158. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 196. fig. 31—39. 41—44 u. 50. — COOKE, pag. 46.

[2]) ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 197.

Digitized by Google

In Uebereinstimmung mit *Stemonitis* und im Gegensatz zu *Lamproderma* verzweigen sich die Capillitiumstränge unregelmässig (Fig. 16, B) und bilden durch Anastomosen Maschen, die meist nicht spitzwinklig, sondern polygonal erscheinen. Zwei häufige Arten sind:

1. *C. Friesiana* DE BARY.[1])

Die bald eirunden oder ellipsoidischen, bald kugligen Früchtchen sitzen mit ihrem bald längeren (bis 6 Millim.) bald kürzeren, pfriemlichen schwarzen Stiel einem schön entwickelten hautförmigen Hypothallus auf (Fig. 16, A). Die Theilung der Columella in mehrere Stränge erfolgt gewöhnlich in der Mitte der Sporocysten oder etwas höher. An den vielfach gekrümmten und verzweigten nach der Peripherie zu unmerklich verschmälerten, violettbraun gefärbten Strängen bemerkt man vielfache zur Netzbildung führende Anastomosen (Fig. 16, B). Die Sporen sind gleichfalls braunviolett, relativ gross (etwa 8—10 mikr. im Durchmesser) und mit glatter Membran versehen.

Die Plasmodien erscheinen ohne Färbung, auch die Sporocysten sind erst weisslich, dann werden sie fleischfarben, schmutzig-rosenroth und endlich rothbraun bis violettbraun oder schwarz. An todtem Holz, besonders der Nadelhölzer, häufig.

2. *C. typhina* ROTH.[2])

Diese Art ist an ihrer Stemonitis-Tracht zu erkennen, ihr Stiel ist beträchtlich kürzer als die Sporocyste; der ganze Apparat 2—4 Millim. hoch. Sporen hell violett-bräunlich, glatt 5,3—9,3 mikr. messend.

Gattung 3. *Lamproderma* ROST.[3])

Hierher gehören diejenigen Stemoniteen, deren kleine unscheinbare kugelige oder ellipsoïdische Sporocysten eine Columella besitzen, die höchstens bis zur halben Höhe des Behälters reicht und nicht zugespitzt, sondern cylindrisch oder am Ende keulig erscheint. Von dieser kurzen Columella entspringen an den verschiedensten Punkten schmale Capillitiumstränge, die sich ziemlich regelmässig und zwar unter spitzen Winkeln gabeln und an den verschiedensten Stellen, insbesondere aber an der Peripherie der Cyste anastomosiren. Die Haut der Sporocyste, obwohl sehr dünn, zeigt doch eine etwas grössere Resistenz als bei *Comatricha* und *Stemonitis*, und ist ausserdem durch auffälligen metallischen Glanz ausgezeichnet.

1. *L. violaceum* (FR.)[4]).

Die Früchte, die meist in kleinen oder grösseren Gruppen einem gemeinsamen häutigen, bisweilen nicht deutlich entwickelten, bräunlichen, irisirenden Hypothallus aufsitzen, sind mit Stiel nur 1—1½ Millim. hoch. Auf einem pfriemlich zugespitzten schwarzblauen, an dem erweiterten Grunde in den Hypothallus übergehenden feinen Stiel sitzen kugelige, an der Basis deutlich abgestutzte oder genabelte Sporocysten von ½—¾ Millim. im Durchmesser und von stahlblauer oder violetter bis tief blauschwarzer Färbung. Ihre zarte vergängliche Wandung irisirt gewöhnlich schön, wie ein Taubenhals. Sie umschliesst das ungefärbte reich verzweigte Capillitiumsystem und violettbraune (in Masse schwarz aussehende) sehr fein punktirte, 7,5—9,3 mikr. messende kugelige Sporen. Fructi-

[1]) in RABENH., fung europ. No. 568. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 199.

[2]) ROST. l. c. pag. 197.

[3]) Von λαμπρὸς glänzend, schillernd, irisirend und τό δερμα die Haut.

[4]) Systema myc. III, pag. 162. — ROSTAFINSKI, l. c., pag. 204. — COOKE, l. c., pag. 50.

Digitized by Google

ficirt mit Vorliebe auf Moosen und Grasblättern, auf letzteren mit schön entwickeltem Hypothallus.

2. *L. columbinum* PERS.[1])

Von der vorigen weicht diese Art ab erstens durch die Birnform ihrer etwa ½—¾ Millim. hohen Sporocysten[2]), die auf einem ziemlich langen (1¹ Millim. messenden) derben dunklen Stielchen stehen und rauchbraun oder violettgrau gefärbt sind und bei schwacher Vergrösserung sehr schön irisiren (nach Art eines Taubenhalses, daher *L. columbinum).* Ein zweiter Unterschied liegt in der braunen Färbung der Capillitien, nur die peripherischen Aestchen ermangeln derselben. Die Sporen fand ich von sehr wechselnder Grösse (6,6—13,3 mikr.); sie sind braunviolett und mit zierlicher Wärzchenskulptur versehen. Kommt gleichfalls an Moosen vor.

3. *L. physarioïdes* A. und S.

Von den vorigen im Wesentlichen durch die kurze keulig-angeschwollene Columella verschieden, mit exact kugeliger auf schlankem Stiel stehender metallisch glänzender Cyste, violettbraunem Capillitium unter der Oberfläche dichter verzweigtem Capillitium und hellbraunem 12—14 mikr. messenden Sporen. An Stümpfen von Coniferen.

Fam. 2. Enerthenemeen ROSTAFINSKI.

Wie bei den Stemoniteen finden wir auch bei den Enerthenemeen im Gegensatz zu den Reticulariaceen und Brefeldiaceen wohl entwickelte Stielbildung, die als Columella die Sporocyste in ihrer ganzen Länge durchzieht. Das Ende dieser Columella aber besitzt eigenthümlicher Weise eine hautartige, discusförmige Verbreiterung. Während ferner bei den Stemoniteen die Capillitienstränge auf der ganzen Länge der Columella entspringen, sind hier die Insertionsstellen auf den Discus localisirt. Von ihm aus gehen die Stränge radienförmig aus und verzweigen sich unter spitzen Winkeln. Das Capillitumsystem gehört also dem Radientypus an.

Gattung 1. *Enerthenema* BOWMAN[3]).

Die Sporocysten sind kugelig, fein gestielt, die Capillitiumstränge gabelig nicht sehr reich verästelt, theilweis durch Anastomosen spitzwinkelige Maschen bildend.

1. *E. papillata* PERS.[4])

Die Plasmodien dieser todtes Holz bewohnenden, nicht häufigen Art sind weisslich. Die Anlagen der Sporocysten treten nach DE BARY auf als zerstreute weissliche halbkugelige Körperchen. Im Centrum der Basis beginnt die Bildung eines nach oben sich verschmälernden Stieles, an dem die Plasmamasse hinaufkriecht und sich zur Kugel formt. Durch die Schwere derselben wird der Stiel gebogen, später streckt er sich wieder. Die Membran der Sporocyste setzt sich auch über den Stiel nach der Basis hin fort. Am Scheitel der Frucht ist gewöhnlich eine Papille vorhanden. Die Capillitiumfäden entspringen vom Rande

[1]) FRIES, Syst. III, pag. 135 unter *Physarum bryophilum.* — ROST., Monogr., pag. 203.

[2]) In den mir zu Gebote stehenden Sammlungen habe ich nie kugelige Früchte gesehen, wie sie ROSTAFINSKI anzeigt.

[3]) BOWMAN, Transactions of the Linnean Society. London, Vol. XVI, part II (1830), pag. 151, pl. XVI.

[4]) DE BARY, Mycetozoen, pag. 18 und pag. 68. — ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 209. COOKE, Myxomycetes of Gr. Brit., pag. 51.

Digitized by Google

und der Unterseite der scheiben- oder flachtrichterförmigen apicalen Verbreiterung des Stieles. Die Sporen sind kugelig, allseitig verdickt und skulpturlos.

2. *E. Berkeleyana* ROSTAF.[1]) ist von der vorigen Art wesentlich nur durch die Eigenthümlichkeit verschieden, dass die Sporen zu mehreren in Gruppen vereinigt sind und dorsiventralen Bau zeigen, der sich darin ausspricht, dass die eine Hälfte deutlich verdickt und warzig die andere unverdickt und glatt ist. Hierdurch erinnert die Sporenform entschieden an *Reticularia Lycoperdon* BULL.

Fam. 3. Reticulariaceen ZOPF.

Die Fructification wird ausnahmslos repräsentirt von Aethalien (Fig. 17, AC), die aus zahlreichen, verlängerten Einzelfrüchten bestehen. Bei der Reife sind letztere nicht mehr zu unterscheiden, da sie der Membran entbehren. Ueberzogen ist der ganze Fruchtkomplex von einer papierartigen Haut, die auch an dem Basaltheile entwickelt ist. Von dieser Basalhaut (Hypothallus) erheben sich, wie schon FRIES sah, an vielen Punkten Capillitiensysteme (Fig. 17, A), gebildet aus an der Basis sehr breiten und flachen Strängen, die nach der oberen Wandung zustrebend in der Regel unter spitzen Winkeln abgehende vielverzweigte und anastomosirende Aeste bilden (Fig. 17, B). Die Winkel der Zweige namentlich die unteren zeigen gewöhnlich stark entwickelte Schwimmhautform. Die den Einzelfrüchtchen entsprechenden Capillitiumsysteme stehen untereinander durch Anastomosen in Verbindung. Dem Hypothallus eingefügte Basaltheile der Capillitiumstränge (Fig. 17, B) hat ROSTAFINSKI, weil sie, wie schon FRIES sah, der Regel nach in Form breiter Platten auftreten, als Columella-ähnliche Bildungen bezeichnet.

Im Gegensatz zu den nur eine Columella führenden Stemoniteen und Enerthenemeen würden also die Reticulariaceen zahlreiche Columellen besitzen.

Gattung 1. *Amaurochaete* ROST.

Ein durchgreifender Unterschied zwischen dieser und der folgenden Gattung liegt eigentlich nur darin, dass die Spore vollkommen kugelig ist und insbesondere allseitige Verdickung und allseitige Wärzchenskulptur zeigt, ein minder wichtiges Merkmal bietet die sehr dunkle Färbung der Hülle sowohl, wie des Capillitiums und der Sporen.

Die einzige Species *A. atra* ALB. und SCHW.[2]) (Fig. 17, AB) lebt wie es scheint nur an noch ziemlich frischen Kiefernstümpfen und gefälltem Kiefernholz und ist im Sommer und Herbst in Deutschland überall gemein. Auf der Oberseite des Substrates sitzend nehmen die relativ grossen ½ bis 3 Centim. und darüber breiten Aethalien Halbkugel-, Polster- oder Kuchenform an, während sie an der Unterseite der Stämme entstehend mitunter kreiselförmig oder kurz-birnförmig erscheinen. Häufig hängen 2 oder mehrere Aethalien fest zusammen. Ueberkleidet sind sie mit einer papierartigen, dünnen glänzend schwarzen Haut, die auch an der dem Substrat zugekehrten Seite dieselbe Beschaffenheit trägt (Hypothallus). FRIES sah, dass die jüngsten Zustände der Aethalien weiss waren, dann ins schmutzig Gelbliche, Braunrothe, Braune und endlich ins Schwarze übergingen. In den von mir beobachteten Fällen waren die Aethalien erst weiss, dann schwach

[1]) ROSTAFINSKI, Monographie, Suppl. 29. — COOKE, Myxomycetes, pag. 51.

[2]) = *Reticularia atra* FRIES, Syst. Myc. III, pag. 86. Daselbst ganz treffliche Charakteristik der Art. — ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 210. COOKE, The Myxom. of Gr. Br. pag. 52.

Digitized by Google

rosenroth, bald darauf schwach violett, dann violettbraun und endlich glänzend schwarzbraun.

Die übrigens sehr zerbrechliche Hülle der Aethalien löst sich durch einen basalen Querriss gewöhnlich in einem Stück ab und nun werden die schwarzen warzigen Sporen überall hin verstreut, während die schwarzen Capillitiensysteme auf dem Hypothallus noch lange Zeit als starre Gebilde stehen bleiben.

Gattung 2. *Reticularia* BULL.[1])

Die Dorsiventralität der Sporen und die hellbraune Färbung von Fruchtwand, Capillitium und Sporen bilden die unterscheidenden Merkmale gegenüber dem Genus *Amaurochaete*.

R. Lycoperdon BULL., der einzige Vertreter, bewohnt Baumstämme (Eichen, Birken, Erlen, Tannen). Seine Fruchtkörper sind von wechselnder Form und Grösse, bald flach-, bald gewölbt-polsterförmig (Fig. 17, C), dann der *Amaurochaete atra* sehr ähnlich, bald von Gestalt des *Lycogala flavo-fuscum* (Fig. 26, V). (*Lycoperdon*-artig), 1—7 Centim. und darüber im grössten Durchmesser. Bedeckt sind die Aethalien von einer papierartig dünnen aber doch haltbaren, glatten oder schwachwarzigen Rinde, deren Färbung silberig-hellbraun oder auch dunkler braun erscheint. Sie springt bei der Reife unregelmässig auf. In der Färbung stimmen die Capillitien mit der Sporenmasse, die hellbraun erscheint, überein.

An den nicht ganz kugeligen Sporen fällt der dorsiventrale Bau auf (Fig. 17, D). Die eine meist grössere Hälfte der Membran ist nämlich nicht sowohl deutlich verdickt, sondern auch mit besonderer wärzchenförmiger Skulptur und deutlichem gelbbraunen Colorit versehen, während die andere Membranhälfte weder Verdickung noch Bräunung, noch Skulptur zeigt. Ueberdies treten die Sporen in geringerer oder grösserer Zahl zu kleineren oder grösseren, rundlichen oder unregelmässigen Gruppen zusammen (Fig. 17, E) und ordnen sich dabei meist so, dass die verdickte Hälfte nach aussen, die unverdickte nach innen zu liegen kommt. Sie liegen aber keineswegs nur lose beisammen, sondern stehen mit einander in Verbindung und zwar gewöhnlich durch einen kleinen Isthmus von erstarrtem Plasma (Fig. 17, D).[2])

Unterordnung 2. Coelonemeen.

Familie 1. Trichiaceen ROST.

Die Eigenartigkeit der Vertreter dieser Familie beruht wesentlich auf den morphologischen Eigenschaften des mechanischen Systems und prägt sich in erster Linie aus in der Skulptur der Capillitienröhren. Dieselbe tritt nämlich auf in Form von zierlichen Spiralleisten, mit welchen bei gewissen Repräsentanten noch Erhabenheiten von anderer Form (Längsleisten, welche die Spiralumgänge verbinden, oder auch stachelartige Protuberanzen) combinirt erscheinen (Vergl. Fig. 21 und Text).

Im Uebrigen steht das mechanische System auf einer niedrigeren Stufe der Ausbildung, als bei der folgenden Familie (den Arcyriaceen). Während nämlich letztere ein wohlentwickeltes Netzsystem besitzt, kommt es bei den Trichiaceen

---

[1]) BULLIARD, Champignons de la France tab. 446 und 476. (Gute Abbildungen). — FRIES, Syst. myc. III, pag. 87. — ROST. Monogr., pag. 240. — COOKE, Myxom., pag. 60.

[2]) Die Gruppenbildung und die Art der Verbindung der Sporen scheint bisher nicht beobachtet zu sein.

Digitized by Google

überhaupt nicht zu einer ausgeprägten Netzbildung; denn die langen, nur wenig verzweigten Röhren der Hemiarcyrien weisen nur sehr spärliche Anastomosen auf, und bei den Trichien bleiben die zahlreichen kurzen Capillitiumröhren sogar gänzlich isolirt. Ihre Entstehungsweise, von STRASSBURGER eruirt, wurde bereits im morphologischen Theile (pag. 48) besprochen.

In Bezug auf ihre Function dürfen die Trichiaceen-Capillitien als Analoga der sogenannten Schleuderzellen (Elateren) der Lebermoose, sowie der Capillitien der Gastromyceten angesprochen werden, also als Organe, welche der Sporenausstreuung dienen. Sie sind nämlich stark hygroscopisch und machen sehr energische, drehende Bewegungen, zu denen sie durch ihre zarte, elastische Membran und durch ihre Spiralleisten besonders befähigt werden. (Vergl. pag. 94).

Von Fruchtformen werden erzeugt: die einfache Sporocyste und das Plasmodiocarp, während die Aethalienform fehlt. Jene lassen stets die Columella vermissen. Kalkausscheidungen scheinen bei der Fructification nicht vorzukommen.

Gattung 1. *Hemiarcyria* ROSTAF.

Der Hauptcharakter der Gattung spricht sich im Capillitium aus. Dasselbe besteht aus Röhren, welche länger sind, als die der Trichien und durch spärlich auftretende Anastomosen unter einander verbunden erscheinen zu einem weitläufigen Netz. Ihre Enden sind entweder frei endigend oder mit dem Stiel-Inhalt in Verbindung stehend. Die Früchte treten als gestielte Sporocysten auf (Fig. 12, II) oder als Plasmodiocarpien. (Fig. 25 B).

1. *H. serpula* SCOP.[1])

Allem Anschein nach fructificirt diese nach FRIES mit lebhaft gelben Plasmodien versehene Art ohne Ausnahme in Plasmodiocarpien. Letztere stellen äusserst zierliche vielgestaltige Adersysteme dar, die in der Regel durch Anastomosenbildung zu losen, unregelmässigen oder regelmässigen Netzen werden (Fig. 25, B), sonst aber auch einfache oder wenig verzweigte, gebogene Stränge bilden. Die von mir gesehenen hielten ein bis mehrere Centimeter im Durchmesser, während die Strangdicke etwa einem Pferdehaar entsprach. Durch ihre lebhaft goldgelbe oder orangene Färbung contrastiren sie lebhaft mit dem durch morsches Holz, Blätter, Zweige etc. gebildeten Substrat. Die zarthäutige, auf der Rückenlinie der ganzen Länge nach unregelmässig aufspringende Membran umschliesst die goldgelbe Masse des Capillitiums und der Sporen. Letztere erinnern durch ihre Netzskulptur einerseits an *Trichia chrysosperma*, andererseits durch Engmaschigkeit an *Cornuvia serpula*, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Maschen regelmässiger und enger erscheinen. Der Durchmesser der übrigens kugeligen Sporen beläuft sich auf 10,6—13,3 mikr. An den erheblich geringeren Durchmesser (5,3 bis 6,5 mikr.) zeigenden, relativ sehr langen (einige Millim.) an den Enden plötzlich zugespitzten oder gerundeten, schwefelgelben Capillitiumröhren bemerkt man nur spärliche, hie und da aber auch öftere Gabelung. Die Röhren bilden vielfach Schlingen und sind mit 3—4 schmalen Spiralleisten ausgestattet, deren Zwischenthäler das Drei- bis Vierfache der Breite von jenen erreichen. Von den Spiralleisten gehen unter nahezu rechtem Winkel spitz-

[1]) FRIES, Systema myc. III, pag. 188 (unter *Trichia serpula*), — CORDA, Icones. VI. pag. 13 Tab. II, Fig. 34 (unter *Hyporrhamma reticulatum*). — WIGAND, Zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Trichia* und *Arcyria* (PRINGSH. Jahrb., pag. 40). — ROSTAFINSKI, Monogr., pag. 266 (Fig. 200, 227 und 228). — COOKE, Myxom., pag. 68.

Digitized by Google

stachelartige Fortsätze aus, deren Länge $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ des Röhrendurchmessers beträgt. (Aehnlich wie in Fig. 25, IV).

2. *H. rubiformis* PERS.[1])

Die gestreckt-kreiselförmigen, bisweilen fast cylindrischen, seltener birnförmigen (Fig. 12, II) Sporocysten dieser Art zeigen dunkelrothbraunes bis schwarzbraunes Colorit und meistens metallischen Glanz. Sie gehen allmählich in einen bald kürzeren, bald längeren Stiel über. In der Regel sind die Stiele zweier oder mehrerer Früchte zusammengewachsen, bisweilen auch die Früchte selbst. Bei der Reife entsteht ein wenig unterhalb des Scheitels ein Querriss, durch welchen ein deckelartiger Theil abgesprengt wird, den das sich streckende Capillitium dann in die Höhe hebt. Letzteres, von schön rothbrauner Färbung, besteht aus sehr langen, nur hie und da durch einen Seitenzweig anastomosirender Hohlröhren. Die Spiralbänder, zu 2—4 vorhanden, sind hie und da mit Stacheln versehen und durch Zwischenräume getrennt, welche das Doppelte ihrer Breite betragen (Fig. 21, IV). In Masse erscheinen die Sporen von der Färbung der Capillitien. Sie messen 10—12 mikr.

Gattung 2. *Trichia* HALL.

Die Trichien sind vor den Repräsentanten der Gattungen *Hemiarcyria* und *Prototrichia* dadurch ausgezeichnet, dass ihre Coelonemata weder untereinander, noch mit der Wandung in Verbindung stehen, vielmehr ganz frei sind. Damit hängt der Umstand zusammen, dass die Röhren an beiden Enden zugespitzt sind. Bei der Mehrzahl der Arten treten sie in einfacher, cylindrischer oder spindeliger Gestalt auf, bei *Tr. fallax* dagegen kommen auch verzweigte Capillitienröhren vor. Der Regel nach besteht die Skulptur bloss aus Spiralleisten, nur ausnahmsweise treten auf letzteren stachelartige Erhabenheiten auf *(Tr. Jackii)*, oder feine Längsleisten verbinden die Spiralen *(Tr. chrysosperma)*. Wo ein Stiel vorhanden, geht seine mit Sporen oder organischen Massen erfüllte Höhlung entweder continuirlich in den Cystenraum über *(Tr. fallax)*, oder er ist durch eine Querhaut von diesem abgetrennt.

1. *Tr. fallax* PERS.[2])

Die Plasmodien dieser gemeinen, auf faulenden Baumstümpfen und morschen Brettern häufigen Art sind schön mennigroth gefärbt. Aus ihnen entwickeln sich Gruppen von keulen-, kreisel- oder birnförmigen, länger oder kürzer gestielten, $1\frac{1}{2}$—5 Millim. hohen, in den jüngsten Stadien mennigrothen, später strohgelben, ockergelben oder hell olivenbräunlichen Sporocysten.

Abweichend von allen übrigen Trichien besitzt die Art anstatt cylindrischer Capillitiumröhren spindelförmige, die in eine lang ausgezogene, skulpturlose, solide Spitze auslaufen. Dazu kommt das, wenigstens in manchen Fruchtexemplaren häufige Auftreten von verzweigten Capillitiumröhren. Die Entstehung derselben wurde neuerdings von STRASSBURGER genauer erforscht (vergl. pag. 63). Die Spiralen treten in der Dreizahl auf und springen wenig über die Oberfläche hervor. An den etwa 10—14 mikr. messenden Sporen ist eine feine Wärzchen-

[1]) DE BARY, Mycetozoen, pag. 25 (unter *Trichia rubif.*). — ROSTAFINSKI, Monog., pag. 262. — COOKE, Myxomycetes, pag. 67.

[2]) ROSTAFINSKI, Monogr., pag. 243. — COOKE, Myxomycetes, pag. 61. — STRASSBURGER, Zur Entwicklungsgeschichte der Sporangien von *Trichia fallax*. Bot. Zeit. 1884. — WIGAND, Zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Trichia* und *Arcyria* (PRINGSHEIM's Jahrb. III).

Digitized by Google

skulptur wahrzunehmen. Oft werden auch in der Höhlung des Stieles, die nicht (wie bei anderen Trichien) durch eine Membran von der Cyste geschieden ist, Sporen und Capillitien erzeugt, im andern Falle füllen die Stielhöhlung Klümpchen organischer Substanz aus. Ueber Bau und Entstehung der Cystenwand vergl. pag. 62.

2. *Tr. varia* PERS.[1])

Diese gleichfalls sehr häufige, insbesondere Baumstümpfe bewohnende Species producirt einfache Sporocysten von variabler Gestalt. Dieselben treten bald in sitzender, bald in gestielter Form auf. Im ersteren Falle zeigen sie Kugel-, Halbkugel-, Ei-, Nieren- oder Wurstform, im letzteren erscheinen sie birn- oder kreiselförmig. Meist weisen sie strohgelbe bis gelbbraune Färbung auf, die am Stiel in der Regel dunkler ist, oft ins Schwärzliche gehend. An den normal stets cylindrischen, unverzweigten Capillitiumröhren sind nur zwei Spiralen vorhanden, das zugespitzte Ende erscheint nur etwa 2—3mal so lang als der Durchmesser der Röhre. In Form und Grösse stimmen die Sporen mit denen der vorigen Art überein. Wo ein Stiel vorhanden, ist derselbe in seiner Höhlung mit unregelmässigen Klümpchen organischer Substanz erfüllt.

3. *Tr. chrysosperma* BULL.[2])

Ihre stets ungestielten Sporocysten stellen winzige etwa $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Millim. im Durchmesser haltende, schön gummiguttgelbe bis goldgelbe, meist zu Hunderten dicht zusammensitzende Kugeln dar. Die Capillitiumröhren bieten cylindrische Form dar und sind mit plötzlich zugespitzten, ca. 4—5 mikr. messenden, soliden fingerförmigen Enden versehen. Sie sind meistens kurz, dabei unverzweigt, 4—5 mikr. dick und mit 3—5 nur wenig über die Oberfläche hervortretenden Spiralfalten versehen. Durch feine, brückenartige, in der Richtung der Längsachse der Röhre orientirte Verbindungsleistchen erhält die Skulptur der Röhren einen besonderen Charakter (Fig. 21, III). Normale Sporen sind kugelig oder ellipsoïdisch, etwa 11—15 mikr. messend und mit kräftig entwickelten leistenartigen Erhabenheiten versehen, welche wenige grosse, meist unregelmässige Netzmaschen darstellen. Häufig sind in manchen Früchten abnorm grosse (bis 60 mikr. messende) Sporen von ellipsoïdischer bis stumpfeckiger Gestalt zu finden. An ihnen tritt die Netzskulptur meistens zurück. Erfüllt sind dieselben von dichtem, körnigen Plasma und glänzenden, fettartigen, grösseren Körpern.

Familie 2. Arcyriaceen ROSTAFINSKI.

Als eine der Haupteigenthümlichkeiten dieser Familie dürfte zunächst der Umstand hervorzuheben sein, dass das Capillitium im Gegensatz zu den Trichiaceen aus einer einzigen, vielfach verzweigten und vielfach anastomosirenden, daher netzförmigen Hohlröhre besteht. Die Verzweigung erfolgt bei *Arcyria* und *Cornuvia* nach dem eigentlichen Netztypus, bei *Lycogala* entspricht die Anordnung der Zweige mehr dem Strauchtypus. Der Durchmesser der Röhren derselben Frucht ist entweder wie bei den Trichiaceen im Wesentlichen überall der gleiche *(Arcyria, Cornuvia)* oder aber sehr ungleich *(Lycogala)* Betreffs der Skulptur der Röhren ist ein weiterer Unterschied gegenüber den Trichiaceen zu constatiren, der darin liegt, dass die Bildung von Spiralleisten

[1]) ROSTAF., l. c. pag. 251. — COOKE, Myxomycetes, pag. 63.

[2]) ROSTAFINSKI, Monogr., pag. 255. — COOKE, Myxomycetes, pag. 64. — DE BARY, Mycetozoen, pag. 26. — WIGAND, l. c.

Digitized by Google

stets unterbleibt. Von den Reticulariaceen unterscheiden sich die Arcyriaceen durch den Mangel columellaartiger Bildungen.

1. *Arcyria* Hill.[1])

Die Plasmodien der Arcyrien leben in faulendem Holz, dessen Elemente sie in Form eines nach allen Richtungen entwickelten, meist ungefärbten (z. B. *A. punicea* Pers. und *cinerea* Bull. nach eigenen Beobachtungen), mit feinen Zweigen versehenen Netzen durchziehen. Sie kriechen dann an die Oberfläche des Substrats, wo sie in Form von Schleimtröpfchen zur Erscheinung kommen. Diese fliessen zu einem breiten, flachen Körper zusammen, dann accumulirt sich das Plasma an einzelnen Punkten zur Bildung der Sporocysten. Letztere sind stets einfach, niemals Plasmodiocarpien oder Aethalien. Dabei erscheinen sie von regulärer Form, meist cylindrisch, kurz keulenförmig oder eiförmig, seltener kugelig, immer von einem Stiel getragen, der bald in gestreckter *(A. punicea* Pers., *A. pomiformis* Roth, *A. cinerea* Bull.), bald (wie bei *A. incarnata* Pers. und *A. nutans* Bull.) in reducirter Form auftritt. Er stellt eine von unregelmässig-längsrunzeliger Haut gebildete Hohlröhre dar, die an der Basis eine scheibenförmige Erweiterung erfährt.[2]) Ihre Höhlung ist der ganzen Ausdehnung nach ausgefüllt von zellähnlichen, in mehrere Reihen eng an einander gelagerten, intensiv gefärbten, nach der Basis an Grösse zunehmenden Gebilden von grösseren Dimensionen als die Sporen (Fig. 12, I). Durch Druck lassen sie sich leicht isoliren. Durch allmähliche Erweiterung nach oben hin geht die Stielhaut in die Haut des Sporenbehälters über. Dieselbe zeigt im oberen Theile grosse Zartheit und in Folge dessen grosse Vergänglichkeit, in der unteren Partie dagegen erscheint sie dicker, im frischen Zustand deutlich geschichtet, oft mit besonderen, nach innen vorspringenden Erhabenheiten und Längsfalten versehen. (Bei *A. nutans* z. B. mit netzartig-verbundenen Leisten, bei *A. punicea* mit spitzen Zähnchen oder Wärzchen, bei *A. affinis* Rostafinski mit dicht gestellten Stachelchen.) Die untere Region der Membran geht entweder ganz allmählich und unter Aufgeben der Verdickungen in die obere über *(A. incarnata, nutans)*, oder aber beide sind ziemlich scharf gegen einander abgesetzt *(A. punicea, A. cinerea)*. Im letzteren Falle erfolgt ein Aufspringen der Wandung in einem Querriss, der immer mit jener Grenzlinie zusammenfällt; während nun das obere fingerhutförmige, zarte Membranstück bald in seiner Totalität oder in Stücken abfällt und verschwindet, bleibt das untere noch sehr lange Zeit in Form eines Bechers vorhanden. Im ersteren Falle dagegen zerreisst der obere Theil der Membran der Länge nach in unregelmässige Lappen.

Die weitaus charakteristischste Eigenthümlichkeit ist im Baue des Capillitiums zu suchen. Dasselbe besteht, wie schon aus Wigand's und de Bary's Untersuchungen hervorgeht, aus derbwandigen Röhren, welche auf dem Durchschnitt kreisförmig, oder (wie bei *A. ferruginea* Sauter) stumpfdreieckig erscheinen und überall ungefähr gleichen Durchmesser besitzen. In letzterem Moment liegt ein Merkmal der Unterscheidung von *Lycogala* und der Uebereinstimmung mit *Cornuvia*. Durch die Art ihrer mit reicher Anastomosen-

[1]) Literatur: de Bary, Mycetozoen, pag. 20 und an anderen Stellen. — Wigand, Zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Trichia* und *Arcyria* (Pringsh. Jahrb. III). — Rostafinski, Monographie, pag. 270. — Cooke, The Myxomycetes of Great Britain, pag. 69.

[2]) Bei *A. digitata* sind nach Rostafinski mehrere Stiele zu einem Bündel verwachsen.

Digitized by Google

bildung verbundenen Verzweigung repräsentiren die Capillitien den reinsten Netztypus. Eine Verzweigung nach dem Strauchtypus, wie wir ihn bei *Lycogala* vorfinden, kommt niemals vor. An der Insertionsstelle der Zweige und Anastomosen machen sich ferner keinerlei Anschwellungen bemerkbar. Die Frage, ob das Capillitium in jeder Sporocyste immer nur eine einzige continuirliche Röhre bildet oder aber aus mehreren Röhren entsteht, dürfte im ersteren Sinne zu entscheiden sein, obschon es ab und zu vorkommt, dass, wie DE BARY zuerst für *A. cinerea* zeigte, im Grunde der Frucht noch andere Röhren entstehen, welche aber sehr kurz und unverzweigt bleiben, also rudimentären Charakter behalten. Die Capillitien sind theils nur dem unteren Theile der Sporocyste, theils auch der oberen Seitenwand angeheftet, hier aber gewöhnlich nur an wenigen, dort an vielen Punkten. Sie gehen übrigens oft zwischen die Zellen des Stieles hinein.

In hohem Maasse charakteristisch sind ferner die zierlichen Erhabenheiten, welche die Oberfläche der Capillitiumröhren bedecken. Da sie fast bei jeder Species in ganz besonderer Form und eigenartiger Anordnung auftreten, misst man ihnen von jeher einen besonderen diagnostischen Werth zu. Der Gestalt nach unterscheidet man leistenartige, wärzchenförmige und stachelige Erhabenheiten; die Leisten stellen gewöhnlich Halbringe dar. Bezüglich der Anordnung herrscht meistens eine gewisse Regelmässigkeit. Wo Leisten vorkommen, stehen diese bald isolirt und dann senkrecht zur Längsachse des Fadens gelagert, meistens in spiraliger Richtung (*A. punicea*, PERS.); bald netzförmig verbunden (*A. ferruginea* SAUTER, *A. dictyonema* ROST.). Die Wärzchen (wie sie bei *A. cinerea* BULL. und *Friesii* BERK. und BR. vorkommen) und Stacheln (wie sie für *A. Oerstedtii* ROST. charakteristisch sind) zeigen keine besonders reguläre Anordnung, sind vielmehr zerstreut; nur bei *A. nutans* sind sie in diagonale Bänder geordnet. Mitunter tritt eine Combination zweier Erhabenheitsformen auf; so stehen zwischen den leistenförmigen Halbringen der *A. punicea* oftmals Stacheln oder Wärzchen; so kommen ferner bei den dreiseitigen Röhren der *A. ferruginea* an der einen Seite quergehende Leisten, an den beiden andern ein enges Netzwerk von Leisten vor; während bei *A. dictyonema* Netzleisten und Stacheln so combinirt sind, dass letztere auf den Ecken der Maschen stehen. Bei mehreren Arten (*A. cinerea* BULL. und *A. Friesii* BERK., *A. Oerstedtii* ROST. und *A. punicea* PERS.) tritt der Fall ein, dass gewisse Partien des Capillitiums und zwar die basalen, ganz skulpturlos bleiben[1]).

Die Sporen erscheinen stets kugelig und glatthäutig, für sich betrachtet fast farblos, in Menge beisammen von derselben Farbe wie Capillitium und Fruchtwand.

Was die Pigmentirung der Früchte betrifft, so gehören die Farbstoffe, wie es scheint, ausschliesslich der rothen und gelben Reihe an. Ob die plasmodialen Zustände bei dieser oder jener Art gleichfalls tingirt auftreten, oder ob sie überall, wie bei *A. punicea*, und *A. nutans*, farblos erscheinen, bleibt noch festzustellen.

1. *A. nutans* BULL.[2])

Ausgezeichnet durch schlanke cylindrische 6—8 Millim. lange und 1—1½ Millim. dicke, sehr kurzgestielte nickende Früchtchen von gelber oder gelbbräunlicher Färbung (in der Jugend weiss, wie die Plasmodien).

[1]) Vergleiche betreffs der Skulptur des Capillitiums noch WIGAND, Zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Trichia* und *Arcyria* (PRINGSH. Jahrb. III., DE BARY, Mycetozoen, pag. 21, und die Abbildungen in ROSTAFINSKI's Monographie.

[2]) Champ. de la France, tab. 502, fig. III. — ROSTAF., Mongr., pag. 277. — COOKE, Myxom., pag. 72.

Digitized by Google

2. *A. punicea* PERS.[1])

Cysten eiförmig, deutlich gestielt, anfangs weisslich, dann hellziegelroth, später dunkelziegelroth, rothbraun, nussbraun oder gelbbräunlich, etwa 2—3 Millim. hoch (ohne Stiel), 1—1½ Millim. breit. Plasmodien nach BULLIARD's und eigenen Beobachtungen farblos.

3. *A. incarnata* PERS.

Früchtchen eiförmig bis cylindrisch, etwas grösser als bei der vorigen Art, 4—6 Millim. hoch, 1½—2 Millim. dick, deutlich gestielt, aufrecht, fleischroth, rosenroth, purpurroth oder braun, in der Jugend weiss, wie die Plasmodien.

Ueber die Beschaffenheit des Capillitiums dieser 3 Arten siehe den Gattungscharakter.

Gattung 2. *Cornuvia.*[2])

Schon habituell weichen die hierhergehörigen Arten von den übrigen Arcyriaceen darin ab, dass ihre relativ kleinen Sporocysten in wechselnder, meist irregulärer Gestalt, bisweilen auch in Kugelform und häufig in Gestalt von Plasmodiocarpien auftreten, wobei es überdies nie zur Differenzirung eines Stieles kommt. Ferner erscheint die Wandung einfach, dünn, im Gegensatz zu den Arcyrien in allen Theilen gleichartig, unregelmässig oder in einem Querriss aufspringend, wobei meist der grössere Theil abgesprengt wird. In Bezug auf die Capillitienbildung nähert sich die Gattung den übrigen Arcyriaceen insofern, als auch bei ihr ein einheitliches, aus cylindrischen Röhren gebildetes Netz entsteht; sie entfernt sich aber wieder in Rücksicht auf den Umstand, dass die Enden der Röhren (nach ROSTAFINSKI) mit der Fruchtwand in keinerlei Verbindung treten. Die bei den verschiedenen Arten wechselnde Skulptur stellt sich bald in Form ringförmiger Leisten (Fig. 22, B), bald von zerstreuten spitzen Stacheln, bald von knotigen Anschwellungen dar. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich mich der von WIGAND und ROSTAFINSKI getheilten Anschauung, dass jene Leisten und Anschwellungen Verdickungen darstellen sollten, nicht anschliessen. Mit dem Capillitium theilen die Sporen die Färbung. Letztere zeigen netzförmige oder auch warzige Skulptur, in einem Falle erscheinen sie glatt.

1. *C. serpula* WIGAND.[3])

Diese von WIGAND näher untersuchte Art bewohnt vorzugsweise oder ausschliesslich Lohe, ist daher in den Lohbeeten der Gärten nicht selten, wird aber ihrer Kleinheit wegen leicht übersehen. Ihre Sporocysten weisen entweder die Gestalt von Halbkugeln auf oder werden lirellenförmig, wurmförmig und bilden selbst förmliche kleine anastomosirende Adersysteme (Plasmodiocarpien Fig. 22, A).

Bei der Reife reisst ihre dünne, schmutziggelbe, goldgelbe oder gelbbraune Haut unregelmässig auf. Vor den übrigen Arten ist die Species insbesondere dadurch ausgezeichnet, dass die zartwandigen gelben, zu einem weitmaschigen Netz vereinigten Capillitiumröhren mit ringförmigen, intensiv gelb gefärbten, unregelmässig vertheilten Ausweitungen der Falten »Ringfalten« geziert sind, wie sie, soweit bekannt, wohl bei keinem andern Mycetozoum vorkommen (Fig. 22, B). Ausserdem bieten die Sporen ein charakteristisches Merkmal in ihrer, manchen *Trichia*-Sporen ähnlichen, netzförmigen Skulptur (Fig. 22, C). Nur sind die Maschen

[1]) ROST., l. c., pag. 268. — COOKE, l. c., pag. 69. — BULL., Champ. tab. 502, fig. I bc.

[2]) ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 289.

[3]) Literatur: WIGAND, Zur Morphologie und Systematik der Gattungen *Trichia* und *Arcyria* (PRINGSH. Jahrb. III, pag. 3 ff.) unter *Arcyria serpula.* — ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 289. — COOKE, Myxomycetes of Great Britain, pag. 76.

Digitized by Google

kleiner und daher zahlreicher. Zwischen dem Capillitium fand WIGAND ausserdem dicke, runde braungelbe, membranumhüllte Körper mit körnigem Inhalt, die etwa 6—7mal grösser, als die Sporen sind. Sie dürften ohne Zweifel »Secretblasen« darstellen, wie sie von DE BARY und mir für *Didymium complanatum* BATSCH = *D. serpula* FR. und Lycogalen beobachtet wurden.

Gattung 3. *Lycogala.*

Die Repräsentanten dieser Gruppe bewohnen ausschliesslich, wie es scheint, faulendes Holz (Baumstümpfe, alte Balken, Bretter, Pfähle, dichte Anhäufungen von Holzspänen etc.).

Ihre Sporocysten treten nur in Form von Aethalien (Fig. 26, V u. Fig. 51, A) auf (wenigstens hat man nie eine Erzeugung einfacher Früchte oder Plasmodiocarpien beobachtet) und hierin liegt ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber den andern Coelonemeen. Ueberdies bieten diese Aethalien eine auffallende Aehnlichkeit mit den Fruchtkörpern gewisser Gastromyceten (Bovisten, Lycoperden) dar. Sie sind mit dicker, derber Rinde umkleidet, die in einzelnen Lagen oder auch in ihrer ganzen Dicke entfernt gewebsartige Struktur annehmen kann, insofern sie oft dichtgedrängte »zellartige« Elemente (Fig. 23, B), bisweilen auch Capillitiumfasern einschliesst. Doch haben jene »Zellen« nur dieselbe Bedeutung, wie die mit zarter Haut umhüllten, gelb oder fleischroth bis braun gefärbten, rundlichen Körper von sehr wechselnder Grösse, welche ich häufig isolirt oder zu mehreren bis vielen gehäuft zwischen den Capillitiumfäden der Lycogalen auffand: es sind pigmentirte, aus körnigen Massen bestehende Ausscheidungen, die im Beginn der Fruchtbildung aus dem Plasmakörper ausgestossen und — wie das bei solchen Ausscheidungen in der Regel geschieht — mit zarter Haut von erstarrendem Hyaloplasma umhüllt wurden (Excretblasen Fig. 23, Ai). Der Umstand, dass diese Bildungen an der Peripherie des Fruchtkörpers der Lycogalen in grösserer Menge gebildet werden, befindet sich in vollkommener Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass auch sonst bei höheren Mycetozoen Excrete, wie Kalk, Pigmente, körnige Reste unverdauter Nahrung, in grösserer oder geringerer Menge abgeschieden und in die äussere Hülle eingelagert werden, diese verstärkend. Der Einschluss von Capillitiumfasern in der Rinde erklärt sich wohl aus der Annahme, dass am jungen Fruchtkörper die äusserste Schicht des peripherischen Hyaloplasmas und die peripherischen Enden der zur Capillitiumbildung bestimmten Hyaloplasmastränge zuerst erstarrten und dann erst weitere Schichten von erstarrendem peripherischen Hyaloplasma auf und zwischen den Enden der Capillitiumfasern gelagert wurden. Von oben betrachtet erscheint die Fruchtwand zusammengesetzt aus zahllosen, winzigen, polygonalen, nach Art eines Schildkröten-Panzers zusammengefügten derben Schilderchen oder Platten. Bei der Reife erfolgt das Aufreissen der Rinde zwar unregelmässig, vom Pole der Frucht aus beginnend, aber die Risse scheinen (bei *L. flavo-fuscum* bestimmt) stets der Grenze der Schilderchen entsprechend zu verlaufen[1]).

Das Capillitium erscheint von kolossaler Entwicklung, einen dichten, die ganze Frucht ausfüllenden Filz darstellend und dadurch wiederum an die Gastro-

[1]) Häufig findet man die reifen Früchte mit ziemlich kreisförmigen Mündungen versehen. Doch sind dies Kunstprodukte, hervorgebracht durch ein Ichneumonartiges Insekt, dessen Larve im Innern der Frucht lebt und sich von Sporen nährt. Solche Früchte scheint FRIES als *L. plumbeum* beschrieben zu haben.

Digitized by Google

myceten erinnernd. Seine Fäden zeichnen sich durch sehr reiche, übrigens sehr unregelmässige, im Ganzen strauchartige Verzweigung aus, welche vielfach von Anastomosenbildung begleitet ist. Dabei reichen sie von der Basis der Frucht bis zur Wandung derselben, der sie an sehr zahlreichen Stellen angewachsen sind, während manche Aeste frei im Fruchtinnern endigen, und tragen den Charakter dünnwandiger, scheidewandloser Schläuche. An den Hauptstämmen ziemlich weitlumig, bieten sie an den Aesten höherer Ordnung nur geringen Durchmesser dar (Fig. 23, A). Von besonderer Eigenart ist auch die Skulptur der Capillitien-Schläuche. Sie erscheint in Form von blasen-, falten- oder runzelartigen Erhabenheiten, welche meist wechselnde, unregelmässige Gestalt und Stellung zeigen (Fig. 51, D). Entgegen der bisherigen Ansicht tragen sie keineswegs den Charakter solider Verdickungen, sondern den von Auftreibungen, von »getriebener Arbeit.« An dünneren Zweigen einfach, meist quer zur Längsachse gestellt, mehr oder minder parallel gelagert oder spiralig geordnet, treten sie an weiteren Stellen der Capillitien verzweigt und in der verschiedensten Form und Lagerung zur Längsachse auf, durch weitgehende Anastomosirung nicht selten förmliche Netze bildend. Besonders plastisch tritt diese Skulptur hervor, wenn die Schläuche mit Luft erfüllt sind. Bezüglich der Färbung stimmen die Capillitien stets mit den hellbraunen Sporen überein, welche letztere sich von sehr geringer Grösse und an ihrer Aussenseite mit minutiösen Wärzchen oder Stacheln besetzt präsentiren.

1. *Lycogala flavo-fuscum* Ehrenberg.[1])

Die relativ mächtigen (in den von mir beobachteten Fällen 2½—4 Centim. hohen, 2—3 Centim. dicken) Fruchtkörper dieser seltenen, an abgestorbenen Baumstämmen (z. B. Pappeln) auftretenden Art sind entweder halbkugelig oder meistens birnförmig und wenn sie an geneigten Substraten (z. B. auf der Rinde schräg stehender Baumstämme) vorkommen, in schief aufrechter Stellung befindlich. An ihrer Basis, nach dem Stammgrunde zu gerichtet, ist gewöhnlich ein breiter, kragenartiger, dem Substrat dicht angeschmiegter Hautsaum *(Hypothallus)* vorhanden, der im Gegensatz zu der hellbraunen, bisweilen namentlich an der Basalgegend silberig angehauchten Fruchtwand weissliche, mit einem Stich ins Gelbliche bis Röthliche gehende Färbung zeigt.

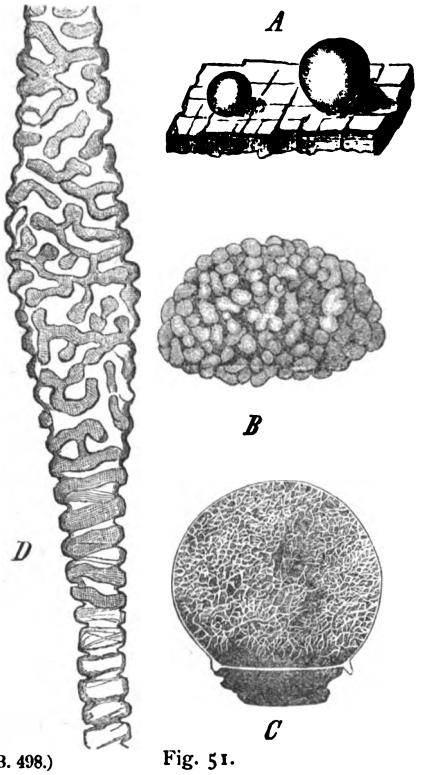
Bezüglich der Haut des Fruchtkörpers ist als wesentlicher Unterschied von der folgenden Art hervorzuheben der Umstand, dass in das erstarrte Hyaloplasma, aus dem sie besteht, in grosser Menge Excretblasen eingelagert sind, von denen die der mittleren Lagen meist gerundet bleiben, die an der Innen- und Aussenfläche liegenden aber in radialer Richtung mehr oder minder zusammengedrückt erscheinen (Fig. 23, B u. Erkl.). Sie enthalten ein gelbes bis braunes Pigment. Bisweilen bleibt eine etwa in der Mitte gelegene Schicht der Haut frei von solchen Einlagerungen. Enden der Capillitium-Schläuche — im Gegensatz zu *L. epidendrum* — niemals in die Haut eingeschlossen. Die Schilderbildung der Fruchtwand ist hier besonders deutlich ausgeprägt, so dass man durch Druck dieselben isoliren kann. An dem Capillitium tritt die oben erwähnte Skulptur nicht in so prägnanter Form hervor, wie bei der nächsten Art. Ueberdies zeigt die Membran feine Punkte in dichter Stellung, namentlich an den Endzweigen.

[1]) Literatur: Ehrenberg, *Silvae mycologicae*, pag. 27 (unter *Diphtherium flavo-fuscum*). — Fries, *Systema mycologicum* III, pag. 88 (unter *Reticularia*). — Rostafinski, Monographie der Schleimpilze, pag. 288. — Cooke, Myxomycetes of Great Britain, pag. 76.

Digitized by Google

2. *Lycogala epidendrum* Buxbaum.[1])

Der Charakter dieser, von de Bary genauer studirten, überall häufigen Art ist im Wesentlichen Folgender: Die das Innere der zersetzten Holzzellen und deren Zwischenräume oder den Raum zwischen Rinde und Holz fauler Baumstämme durchsetzenden Plasmodien sind sehr klein, mit blossem Auge nicht erkennbar, unregelmässig cylindrisch, oft varikös, blass rosa und erst dann in die Erscheinung tretend, wenn sie sich zum Zweck der Fructification in rosenrothen, schnellwachsenden Schleimtröpfchen, sammeln und zum jungen Aethalium verflechten. Härtet man dieselbe durch Alkohol und macht dann Schnitte, so kann man sich leicht überzeugen, dass sie in der That ein engmaschiges Geflecht von unregelmässig dicken, nach allen Seiten hin anastomosirenden Strängen repräsentiren (Fig. 51, B). Auch die jungen Fruchtträger besitzen das rosenrothe Pigment, später aber wird dasselbe in ein mattes, oft röthlich oder violett angehauchtes Gelbbraun oder Graubraun übergeführt. Von Erbsen bis Haselnussgrösse zeigen sie Halbkugel, oder Kugelform oder werden bei dichter Lagerung durch gegenseitigen Druck stumpfeckig. In ihrer äusseren Erscheinung finden sich lebhafte Anklänge an kleine Bovistarten (Fig. 51, A). Die papierartige, derbe Hülle besteht aus erstarrtem Hyaloplasma, und zeigt im peripherischen Theile mit anfangs fleischrother, zuletzt schmutzig brauner, körniger Masse erfüllte Excretblasen, während im mittleren Theile Faden der Capillitiumschläuche eingelagert sind, welche in dieser Region eine eigenthümliche Wandstruktur zeigen, insofern sie bestehen aus einer dicken, gallertartigen Aussen- und einer dünnen mit buckel- oder bläschenförmigen Auftreibungen[2]) versehenen Innenwand. Zu innerst sieht man sodann von der Fruchthülle eine von Einlagerungen freie Schicht erstarrten, gebräunten und geschichteten Hyaloplasma's, von der auch die das der Mittelschicht durchtretenden Capillitiumschläuche meist eine Strecke weit überwallt werden. Die im Innern der reifen Frucht befindlichen Capillitiumschläuche zeigen dem oben gegebenen Genus-Charakter entsprechende Beschaffen-



(B. 498.) Fig. 51.

Lycogala epidendrum. A Ein Holzstückchen mit 2 reifen Fruchtkörpern (nat. Grösse). B Ein junger Fruchtkörper, in Alkohol erhärtet, von aussen gesehen (10fach; nach de Bary). C Verticalschnitt durch einen reifen Fruchtkörper, in welchem durch Entfernung der Sporen das Capillitium freigelegt ist (ca. 10fach; nach de Bary). D Stück einer Capillitiumröhre mit ihrer eigenthümlichen Faltenbildung (ca. 600fach).

[1]) Literatur: de Bary, Mycetozoen, pag. 30, 35 etc. Taf. VI (sehr gute Abbildungen). — Rostafinski, Monographie der Schleimpilze, pag. 285 (sehr gute Abbildungen). — Cooke, The Myxomycetes of Great Britain, pag. 75.

[2]) de Bary, l. c., bezeichnete sie als Tüpfel- oder Netzverdickung.

Digitized by Google

heit, also Dünnwandigkeit, und die eigenthümliche Buckel- oder Faltenbildung und zwar in ausgesprochenster Weise (Fig. 51, D).

Familie 3. Perichaenaceen.[1])

Unter diesem Namen lassen sich die Genera *Perichaena* und *Lachnobolus* zu einer kleinen Gruppe zusammenfassen, die sich durch folgende Momente charakterisirt: Die Sporocysten sind meist einfach, sitzend, seltener kurz gestielt, halbkugelig oder kugelig; doch treten sie unter Umständen auch als Plasmodiocarpien auf. Ihre Hülle ist entweder einfach oder aber doppelt, und dann von einer inneren zarten, farb- und kalklosen und einer äusseren dicken, mit gelben bis dunkelbraunen körnigen Einlagerungen versehenen Hautschicht gebildet, die bisweilen sogar eine Incrustation von Kalk in Form unregelmässiger, dicht an einander gefügter Körner erleidet. Die Capillitien stellen sehr dünnwandige, schwefelgelbe oder gelbbräunliche Röhren dar, welche gewöhnlich an den verschiedensten Stellen unregelmässige Erweiterungen bilden und in mehr oder minder ausgesprochener Weise feinwarzige Skulptur tragen, niemals aber spiralige oder ringförmige Leisten besitzen. Ausserdem stehen sie mit der Wandung in Verbindung. Ihre Zweige anastomosiren theils, theils scheinen sie frei zu endigen. Im Vergleich zu den Arcyrien tritt die Capillitiumbildung im Allgemeinen zurück, sie ist bisweilen nur andeutungsweise vorhanden, ja bei einer Art wurde sie von mir häufig ganz vermisst. Am entwickelsten zeigte sie sich noch bei *Lachnobolus* wo sie stets auch ein einziges zusammenhängendes System darstellt, was allem Anschein nach bei den Perichaenen nicht der Fall; hier scheinen einige getrennte, verkümmerte Systeme vorhanden zu sein. An den Sporen, unter denen nicht selten monströse Formen vorkommen, beobachtet man die für die Capillitien erwähnte Wärzchenskulptur, wenn sie auch hier am schwächsten ausgeprägt erscheint und leicht übersehen wird.[2]) Die Sporenfärbung entspricht dem Colorit der Capillitien.

Gattung 1. *Perichaena* Fries.

Die stets sitzenden, kugeligen, halbkugeligen oder tafelförmigen, bei dichter Lagerung durch gegenseitigen Druck eckigen mitunter plasmodiocarpen Sporocysten, äusserlich gewissen stiellosen Trichien ähnlich, besitzen gewöhnlich eine derbe doppelte Haut, deren derbe äussere Lage aus gefärbten, körnigen Elementen besteht und häufig zugleich mit Kalkkörnern incrustirt ist, deren innere aber hyalin und zart erscheint.[3]) Das Aufspringen erfolgt in einem Querriss, durch den ein deckelartiger Theil abgesprengt wird oder in unregelmässiger Weise. Der Contour der schwefelgelben, in der Regel hie und da mit Auftreibungen von verschiedenem Durchmesser ausgestatteten, mit feinen Wärzchen bedeckten Capillitiumfäden hat etwas Eckiges. Die Bildung dieser Fäden kann theilweis oder gänzlich unterbleiben.

Als gewöhnlichste Art mag angeführt werden: *Perichaena corticalis* Batsch = *Licea pannorum* Cienkowski.

---

[1]) Literatur: Rostafinski, Monographie, pag. 281 u. 292. — Cooke, The Myxomycetes of Great Britain. — Cienkowski, Das Plasmodium (Pringsh. Jahrb. III, pag. 407.). — de Bary, Mycetozoen, pag. 20.

[2]) Sie kommt auch bei *Perichaena corticalis* vor, obwohl Rostafinski die Angabe macht, die Sporen seien glatt.

[3]) Bisweilen sieht man die äussere braune Schicht der Wandung abspringen von der innern, die dann als ein glasartiges schön irisirendes, runzeliges Häutchen stehen bleibt.

Digitized by Google

Man findet sie auf allen möglichen todten Pflanzentheilen, besonders häufig aber auf Baumrinden (*Populus*, *Quercus* etc.); selbst auf Mist kommt sie nach meinen Beobachtungen vor (Hasenkoth z. B.).

Ihre Entwicklungsgeschichte ist von CIENKOWSKI genauer untersucht worden. Die Sporocysten stellen ockergelbe oder gelbbraune bis glänzend kastanienbraune oder stumpf-schwarzbraune, bei Kalkauflagerung graue bis weisse winzige 0,3—1 Millim. oder darüber messende, halbkugelige, bisquitförmige oder unregelmässige Körperchen dar mit der bekannten Wand- und Capillitienstruktur.[1]) Meist treten die Capillitiumfasern nur in spärlicher Entwicklung, mitunter überhaupt nicht auf. Ihre Sporen zeigen feinwarzige Haut und wechselnden Durchmesser (9—12—16 μ). Abnorm grosse Sporen sind nicht selten. In Bezug auf die vegetativen Zustände treten keine Besonderheiten hervor. Die Plasmodien sind farblos und von bekannter Configuration. Dagegen tritt eine dreifache Hypnocystenbildung auf: Microcysten, Macrocysten und Sclerotien. Erstere entstehen aus Schwärmern, sind etwas kleiner als die Sporen, kugelig und farblos. Lässt man sie mehrere Tage austrocknen und benetzt sie dann mit Wasser, so keimen sie schon nach wenigen Stunden wieder mit je einer Schwärmerspore aus. Die Macrocysten (derbwandige Cysten CIENKOWSKI's Fig. 36, F—H) entwickeln sich aus Plasmodien, ein Vorgang, der sich selbst auf dem Objectträger verfolgen lässt. Das Plasmodium zerfällt durch Zerreissen seiner Plasmastränge in Schleimklümpchen von verschiedener Grösse. Diese ziehen ihre Pseudopodien ein und ihr peripherisches Hyaloplasma erhärtet zu einer vielfach gefalteten, sich bräunenden Membran, von der sich der Inhalt etwas zurückzieht. Dann wird letzterer grobkörnig, rundet sich zur Kugel und erhält nochmals eine dicke Membran. Diese Cysten erreichen bald die Grösse einer ganzen Perichaenafrucht, bald übertreffen sie an Grösse kaum eine Spore. Dabei kommen sie isolirt oder zu Haufen vereinigt vor. Nach dem Austrocknen und darauf folgender Benetzung mit Wasser keimen sie zu Plasmodien aus. Die Anzeichen der Keimung äussern sich darin, dass die Umrisse des Inhalts amoeboïde Veränderung zeigen, worauf eine merkliche Anschwellung des letzteren erfolgt, die zur Erweiterung der Hüllmembran führt. Sodann bricht der Inhalt durch die innere und äussere Membran an einer engbegrenzten Stelle durch. Auch der Sclerotienzustand wurde von CIENKOWSKI nachgewiesen. Bei langsamem Austrocknen zerfällt das Plasmodium unter den Augen des Beobachters rasch in eine Unzahl von Kugeln verschiedenster Grösse, die dann eine Cellulosemembran abscheiden. Da wo die Zellen in Haufen beisammen liegen, werden sie durch gegenseitigen Druck eckig, polyedrisch. Aufgeweicht gehen diese Sclerotiumzellen in den Amoebenzustand über, wobei die Membran nicht abgestreift, sondern verflüssigt wird. Die Amoeben verschmelzen sodann zum Plasmodium.

Gattung 2. *Lachnobolus* FRIES.[1])

Die Früchte, gewöhnlich Kugelform zeigend, kommen bald mit, bald ohne Stiel vor und springen unregelmässig auf. Ihre Membran erscheint einfach, dünn, mit eigenthümlicher Skulptur in Form sehr dicht gestellter Punkte und kurzen Strichelchen, die indessen nicht etwa Kalkablagerungen darstellen; letztere fehlen überhaupt gänzlich. Dem Capillitium kommt ein durchaus perichaenenartiger Charakter zu, nur ist er ein meist ausgesprochenerer, sowohl was die Wärzchenskulptur und die unregelmässigen Erweiterungen, als auch was die Anastomosenbildung anlangt. Die Farbe des Capillitiums zeigt sich von den Perichaenen insofern etwas verschieden, als sie anstatt des lebhaften Gelb mehr gelbbräunlichen Ton annimmt, wie ihn auch die Sporenmasse zeigt.

Es ist nicht zu verkennen, dass *Lachnobolus* eine Grenzstellung zwischen *Perichaena* und *Arcyria* einnimmt, doch steht er jedenfalls nach den angeführten Kennzeichen mehr zu der ersteren, als zu der letzteren Gattung in verwandtschaftlicher Beziehung, und daher ziehe ich ihn, abweichend von ROSTAFINSKI der ihn zu den Arcyriaceen stellte, zu den Perichaenaceen.

[1]) Literatur: ROSTAFINSKI, Monographie der Mycetozoen, pag. 281. — COOKE, Myxomycetes of Great Britain, pag. 74.

Digitized by Google

Als bekanntester Repräsentant ist der auf todtem Holz nicht seltene *Lachnobolus circinans* FRIES anzuführen.

Fam. 4. Liceaceen[1]).

Unter den Merkmalen dieser Familie ist in den Vordergrund zu stellen die in gänzlicher Abwesenheit jeglicher Capillitienbildung ausgesprochene Einfachheit, wodurch die Gruppe sich gewissen Perichaenaceen nähert. Es ist hohe Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die Liceaceen einmal mit Capillitiumbildung begabt waren und dass diese Organe im Laufe der Zeit eine Reduction erfuhren, die bis zum Schwinden führte. Diese Annahme findet eine Stütze in der bereits angedeuteten Thatsache, dass sich bei gewissen Perichaenen öfters Reductionen des Capillitiums einstellen, ja dessen Bildung häufig gänzlich unterbleibt.

Die Früchte der Liceaceen erscheinen bald als Plasmodiocarpien *(Licea)*, bald als Aethalien *(Tubulina, Lindbladia)* und stehen in der Regel auf einem stark entwickelten Hypothallus. Die Form der Aethalien ist bei *Lindbladia* und *Tubulina* insofern eine eigenthümliche, als sie Aggregate von cylindrischen, nach Art der Zellen einer Bienenwabe angeordneten, durch gegenseitigen Druck prismatisch werdenden, mit den Wandungen mehr oder minder fest zusammengewachsenen Sporocysten darstellen (Fig. 26, I—IV); dabei unterbleibt die Bildung einer gemeinsamen Hülle des Aethaliums; und die Früchte werden nur von ihrer eigenen einfachen dünnen Membran umhüllt, während sie bei *Licea* dicker ist. Bei einem Repräsentanten *(Tubulina stipitata)* findet man nach ROSTAFINSKI das Aethalium eigenthümlicherweise einem stielartigen, netzartige Struktur zeigenden Podium aufgesetzt (Fig. 12, V). Kalkeinlagerungen und Löcherbildungen fehlen. Die Färbung der Sporocysten, im Ganzen mit der der Sporen übereinstimmend, ist heller oder dunkler nussbraun[2]). Ueber die Entwicklungsgeschichte der Liceaceen fehlen noch Untersuchungen.

Gattung 1. *Licea* SCHRADER.

In dieser Gattung treten die Früchte in Form von sehr verschieden gestalteten Plasmodiocarpien auf, mit Wegfall eines Hypothallus. An der Wandung lässt sich eine innere, zartere, durchsichtige und eine äussere, derbere und undurchsichtige Schicht unterscheiden. Das Aufspringen erfolgt unregelmässig.

Die an faulenden Stümpfen von Kiefern und an Balken vorkommende, ziemlich seltene *L. flexuosa* PERS.[3]) besitzt niedergedrückte ein — mehrere Millim. lange vielgestaltige, meist wurmförmige, gebogene oder unregelmässig und kurz verzweigte Plasmodiocarpien, deren Membran von brauner bis braunschwärzlicher Färbung erscheint und in eine äussere, dicke braune mit körnigem Gefüge und

[1]) Literatur: DE BARY, Mycetozoen, pag. 18. — ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 218. — COOKE, Myxomycetes, pag. 54.

[2]) Oft fand ich bei *Tubulina* sowohl als bei *Lindbladia* die oberen Enden der Früchtchen von glänzend schwarzer Färbung, mitunter die ganze Oberfläche des Aethaliums als schwarze glänzende Kruste vor. Es sind dies abnorme Zustände, die dadurch entstanden, dass die im Beginn der Fruchtbildung stehende Plasmamasse an den oberflächlichen Theilen zu starke Austrocknung erfuhr und daher zu frühzeitig erstarrte.

[3]) DE BARY, Mycetozoen, pag. 19. — ROSTAFINSKI, Monographie, pag. 218. — COOKE, Myxomycetes, pag. 54.

Digitized by Google

nach aussen vorspringende Buckeln versehene, und eine innere strukturlose, hellbraune Schicht differenzirt ist. Die Früchtchen enthalten relativ sehr grosse (12—14 mikr. messende) glatte olivenbräunliche feinwarzige Sporen.

Gattung 2. *Tubulina* Persoon.

Die Früchte der Tubulinen stellen zierliche Röhrchen dar, die zu kuchenförmigen oder bienenwabenartigen Aethalien vereinigt auftreten (Fig. 26, I—IV), einem deutlichen Hypothallus oder (wie bei *T. stipitata* Rost.) einem stielartigen Podium aufsitzend (Fig. 12, V h). Durch gegenseitigen Druck nehmen die mittleren prismatische Gestalt an, während die peripherischen meist cylindrisch oder auch wurstförmig gekrümmt erscheinen. Die Sporocystenhaut ist dünn, häufig schön irisirend und zerreist im oberen Theile unregelmässig. Eine gemeinsame Berindung fehlt.

1. *Tubulina cylindrica* Bull.[1])

Zu ihrem Wohnsitz wählt diese ziemlich gemeine Art faulendes Holz, insbesondere Stümpfe der Kiefern und Eichen, kriecht aber von hier aus häufig auf benachbarte Moose, Kiefernadeln etc. über. Ihr plasmodialer Zustand zeigt anfangs weissliche, später, wenn er sich zur Fructification anschickt, fleischrothe oder schön gelbrothe Färbung, welche während der Ausbildung der Fruchtlager ins schmutzig Hellbraune bis schmutzig Braune (Umbrabraune, oft mit einem Anfluge von Violett) übergeht. Die 2—5 Millim. hohen, schmale Cylinder oder Keulen darstellenden Früchtchen stehen dicht zusammengedrängt vertical auf dem häutigen Hypothallus, kuchen- oder bienenwabenartige Aethalien bildend, die zunächst gewöhnlich flach sind, später aber in Folge der Austrocknung und dadurch bedingten Zusammenziehung und Wölbung des Hypothallus eine convexe, oft halbkugelige Oberfläche zeigen. Letztere Formen erinnern an eine Erdbeere und wurden daher früher als *T. fragiformis* unterschieden.

Bezüglich des Durchmessers der Aethalien und der Zahl ihrer Früchtchen variirt die Art sehr. Die kleinsten messen etwa ½, die grössten etwa bis 5 Centimeter und bestehen dann aus Tausenden von Einzelfrüchtchen. Letztere sind nicht so fest zusammen gewachsen, dass sie sich nicht im feuchten Zustande unversehrt trennen liessen. Ihre Wandung besteht aus einer sehr dünnen, strukturlosen Haut, die sich hie und da abblättert. An dem polaren Theile derselben bemerkt man häufig eine abnorme Verdickung und eine diese begleitende Schwärzung, die wahrscheinlich in Folge zu schnellen Austrocknens der jungen Aethalien an der Oberfläche entsteht. In den Sporocysten bilden sich in Menge hell nussfarbige bis umbrabräunliche winzige Sporen mit Wärzchenskulptur.

Gattung 3. *Lindbladia* Fries.[2])

Von der vorigen Gattung weicht sie nur darin ab, dass ihre Aethalien aus inniger verwachsenen und gewöhnlich irregular-polygonalen Sporocysten bestehen, und dabei grösseren Durchmesser erlangen. Ihre Sporen sind glatt, von ocherbrauner bis umbrabrauner Färbung und frei von Skulptur.

---

[1]) Literatur: Batsch, *Elenchus fungorum*, Fig. 175, unter *Stemonitis ferruginosa*. — Nees, System d. Pilze und Schwämme, pag. 107, Fig. 102, unter *Licea fragiformis*. — Fries, Systema mycol. III, pag. 195 und 196, unter *Tubulina cylindrica* und *fragiformis*. — de Bary, Mycetozoen, pag. 19. — Rostafinski, Monographie, pag. 220. — Cooke, Myxomycetes of Gr. Britain, pag. 54.

[2]) Fries, Summa vegetab. Scand, pag. 449.

Digitized by Google

Der einzige Repräsentant ist *L. effusa* EHRB.[1]), die an denselben Localitäten vorkommt, wie *Tubulina cylindrica*.

Gattung 3. *Tubulifera* ZOPF.

Bildet wie *Tubulina* und *Lindbladia* Aethalien, doch sind ihre röhrenförmigen Einzelfrüchtchen sehr unregelmässig zusammengelagert, förmlich durcheinander geflochten; überdies erscheint der Fruchtcomplex nicht nackt, sondern mit einer besonderen, derben, aus Schilderchen zusammengesetzten, rindenartigen Membran umgeben, die unregelmässig aufspringt.

1. *T. umbrina* Z.

Aethalien flach oder gewölbt-polsterförmig. Die von mir gefundenen Exemplare waren 1—4 Centim. breit und 2—5 Millim. hoch, ihre Früchtchen dicht durcheinander gewirrt, mit blossem Auge kaum stellenweis unterscheidbar. Membran der Früchtchen zart, nach der Sporenentleerung theilweise obliterirend, so dass schliesslich nur noch ein vielmaschiges, dichtes Netz zurückbleibt. Die relativ dicke, aus kleinen, eckigen Schilderchen zusammengefügte Membran ist hellbraun bis dunkelgrau-bräunlich gefärbt. Mikroscopisch zeigt sie sich zusammengesetzt aus kleinen, zellartigen, unregelmässig-polyedrischen Bildungen, die in den äusseren Schichten farblos, in den inneren gelbbräunlich erscheinen und etwa den Durchmesser der Sporen besitzen. Letztere in Menge nuss- oder umbrabraun, stellen feinwarzige Kugeln von etwa 8—9 mikr. Durchmesser dar.

Gruppe III. Exosporeen ROSTAF.

Wie aus den schönen Untersuchungen FAMINTZIN's und WORONIN's über *Ceratium* hervorgeht[2]) bilden die Exosporeen eine höchst eigenthümliche, von den Sorophoreen sowohl, als den Endosporeen in sehr wesentlichen Punkten abweichende Gruppe.

Zunächst sei hervorgehoben die Thatsache, dass die Sporen nicht, wie bei den Endosporeen, bei der Keimung direkt Schwärmsporen entwickeln, sondern zunächst je eine Amoebe (Fig. 4, VI a) entlassen; erst durch deren weitere wiederholte Theilung werden Schwärmer erzeugt (Fig. 4, VI a—i) und hierin liegt zugleich eine beachtenswerthe Abweichung von den die Schwärmerform gänzlich entbehrenden Sorophoreen. In der Folge gehen die Schwärmer wieder in Amoeben über, die schliesslich Fusionsplasmodien bilden[3]) und hierin nähern sich die Exosporeen den Endosporeen. Im Laufe der weiteren Entwicklung aber, in der Fructificationsperiode, tritt noch ein wesentlicher Unterschied hervor: das zum Zweck der Fructification sich accumulirende Plasma erhebt sich nämlich in Form von Säulchen (Fig. 33) oder anastomosirenden Platten, deren peripherische Hyaloplasmaschicht zu einer Membran erstarrt. Innerhalb derselben kriecht das körnige Plasma in Netzform in die Höhe (Fig. 34, a), bildet einen wandständigen Belag und zerklüftet sich in Zellen (Fig. 34, b). Jede derselben bildet nun nach aussen zu eine Ausstülpung, die sich unter Abscheidung einer zarten Membran verlängert und verschmälert und schliesslich eine gestielte Kugel darstellt (Fig. 34, b), in die alles Plasma einwandert und die sich endlich nach Annahme ellipsoïdischer Form und Abscheidung einer allseitig derben

[1]) ROSTAFINSKI, Monogr. pag. 223. — COOKE, Myxomycetes. pag. 55.

[2]) Ueber zwei neue Formen von Schleimpilzen. Mém. de l'acad. imp. de St. Pétersbourg. ser. 7. tom. XX. 1873. — Bot. Zeit. 1872, No. 34.

[3]) Es ist dies zwar noch nicht genauer erwiesen, aber nach dem ganzen Charakter des Plasmods wohl zweifellos.

Digitized by Google

Membran vom Stiel abgliedert. So kommt also eine exogene Sporenbildung, eine Art von Conidienbildung zu Stande und in diesem Umstande haben wir den Hauptunterschied gegenüber den Endosporeen sowohl, als den Sorophoreen zu suchen. Das System von Säulchen resp. Platten, das in seiner äusseren Gestalt entfernt an die Hymenien gewisser Hymenomyceten erinnert, stellt bei jenem Sporenbildungs-Prozesse ein vollständig entleertes System von Häuten dar, das morphologisch etwa den Werth des Hypothallus der Endosporeen hat. Die einzige Gattung *Ceratium* umfasst die folgenden von FAMINTZIN und WORONIN genauer untersuchten beiden Arten.

1. *C. hydnoïdes* ALB. und SCHW.[1])

Die Fructification wird repräsentirt durch kleine, wenige Millimeter bis 1 Decim. hohe, zierliche Säulchen, die einfach oder dichotomirt erscheinen und bald vereinzelt stehen, bald bis zu Hunderten rasenartig vereinigt einer gemeinschaftlichen Basis aufsitzen. Ihre weisse Farbe geht bisweilen ins Gelbbraune oder Rosenröthliche über. Die Säulchen, aus einer erstarrten Hyaloplasmahaut gebildet, zeigen zahlreiche, stachelartige und daher entfernt an ein Hydnum erinnernde, Sporen tragende Ausstülpungen.

2. *C. porioïdes* FRIES.[2])

Aus dem mit einem gelben Farbstoff tingirten Plasmodium geht ein Fructificationsapparat hervor, der bienenwabenartige Configuration zeigt, und dadurch entfernt an ein *Polyporus*-Hymenium erinnert. Die Wände der Waben besitzen am oberen Rande zahnartige, nach oben gerichtete Vorsprünge und siennagelbe Färbung. Sie sind wie bei voriger Art bedeckt mit zahlreichen Sporen tragenden Stielen.

---

[1]) Conspectus fungorum, 1805, pag. 358.

[2]) Syst. myc. III, pag. 295. — FAMINTZIN u. WORONIN, l. c., pag. 5.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google